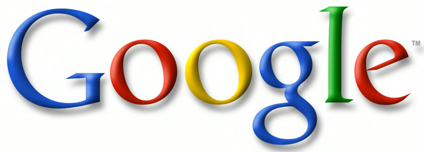


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

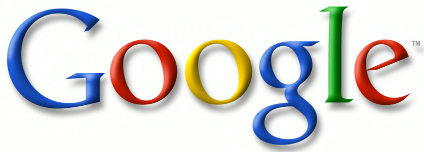
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



Over dit boek

Dit is een digitale kopie van een boek dat al generaties lang op bibliotheekplanken heeft gestaan, maar nu zorgvuldig is gescand door Google. Dat doen we omdat we alle boeken ter wereld online beschikbaar willen maken.

Dit boek is zo oud dat het auteursrecht erop is verlopen, zodat het boek nu deel uitmaakt van het publieke domein. Een boek dat tot het publieke domein behoort, is een boek dat nooit onder het auteursrecht is gevallen, of waarvan de wettelijke auteursrechttermijn is verlopen. Het kan per land verschillen of een boek tot het publieke domein behoort. Boeken in het publieke domein zijn een stem uit het verleden. Ze vormen een bron van geschiedenis, cultuur en kennis die anders moeilijk te verkrijgen zou zijn.

Aantekeningen, opmerkingen en andere kanttekeningen die in het origineel stonden, worden weergegeven in dit bestand, als herinnering aan de lange reis die het boek heeft gemaakt van uitgever naar bibliotheek, en uiteindelijk naar u.

Richtlijnen voor gebruik

Google werkt samen met bibliotheken om materiaal uit het publieke domein te digitaliseren, zodat het voor iedereen beschikbaar wordt. Boeken uit het publieke domein behoren toe aan het publiek; wij bewaren ze alleen. Dit is echter een kostbaar proces. Om deze dienst te kunnen blijven leveren, hebben we maatregelen genomen om misbruik door commerciële partijen te voorkomen, zoals het plaatsen van technische beperkingen op automatisch zoeken.

Verder vragen we u het volgende:

+ *Gebruik de bestanden alleen voor niet-commerciële doeleinden* We hebben Zoeken naar boeken met Google ontworpen voor gebruik door individuen. We vragen u deze bestanden alleen te gebruiken voor persoonlijke en niet-commerciële doeleinden.
+ *Voer geen geautomatiseerde zoekopdrachten uit* Stuur geen geautomatiseerde zoekopdrachten naar het systeem van Google. Als u onderzoek doet naar computervertalingen, optische tekenherkenning of andere wetenschapsgebieden waarbij u toegang nodig heeft tot grote hoeveelheden tekst, kunt u contact met ons opnemen. We raden u aan hiervoor materiaal uit het publieke domein te gebruiken, en kunnen u misschien hiermee van dienst zijn.
+ *Laat de eigendomsverklaring staan* Het “watermerk” van Google dat u onder aan elk bestand ziet, dient om mensen informatie over het project te geven, en ze te helpen extra materiaal te vinden met Zoeken naar boeken met Google. Verwijder dit watermerk niet.
+ *Houd u aan de wet* Wat u ook doet, houd er rekening mee dat u er zelf verantwoordelijk voor bent dat alles wat u doet legaal is. U kunt er niet van uitgaan dat wanneer een werk beschikbaar lijkt te zijn voor het publieke domein in de Verenigde Staten, het ook publiek domein is voor gebruikers in andere landen. Of er nog auteursrecht op een boek rust, verschilt per land. We kunnen u niet vertellen wat u in uw geval met een bepaald boek mag doen. Neem niet zomaar aan dat u een boek overal ter wereld op allerlei manieren kunt gebruiken, wanneer het eenmaal in Zoeken naar boeken met Google staat. De wettelijke aansprakelijkheid voor auteursrechten is behoorlijk streng.

Informatie over Zoeken naar boeken met Google

Het doel van Google is om alle informatie wereldwijd toegankelijk en bruikbaar te maken. Zoeken naar boeken met Google helpt lezers boeken uit allerlei landen te ontdekken, en helpt auteurs en uitgevers om een nieuw leespubliek te bereiken. U kunt de volledige tekst van dit boek doorzoeken op het web via `http://books.google.com`

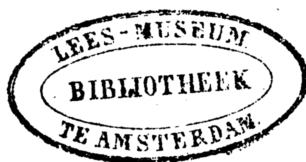
BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA




LEES-MUSEUM
BIBLIOTHEEK
TE AMSTERDAM.

BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA




LEES-MUSEUM
BIBLIOTHEEK
TE AMSTERDAM

DE NATUURKUNDIGE GRONDSLAGEN

VAN DEN

LANDBOUW.

GEDRUKT BIJ A. C. KRUSEMAN.

S'493
N33

AAN

ZIJNE MAJESTEIT

WILLEM III,

KONING DER NEDERLANDEN,

PRINS VAN ORANJE-NASSAU,

GROOT-HERTOG VAN LUXEMBURG, ENZ. ENZ. ENZ.

DEN EDELEN BESCHERMHEER

VAN DEN

VADERLANDSCHEN LANDBOUW,

M374873

WORDT DIT WERK

EERBIEDIG EN DANKBAAR OPGEDRAGEN

DOOR

HOOGSTDESZELFS

GEHOORZAME ONDERDANEN

DE SCHRIJVERS.

VOORBERIGT.

Naar aanleiding van een voorstel van den Hoogleeraar G. J. MULDER, *werd door Z. M. den Koning in het begin van het jaar* 1853 *eene Commissie benoemd, bestaande uit den Hoogleeraar* G. J. MULDER *te Utrecht*, Jhr. Mr. D. T. GEVERS VAN ENDEGEEST *te Endegeest bij Leijden*, Dr. G. SIMONS *te Delft en* J. G. J. VAN DEN BOSCH *te Wilhelminadorp, met toevoeging van den Secretaris des Konings voor de zaken van Landbouw en Nijverheid als Secretaris, ten einde zijne Majesteit voor te lichten omtrent de beste wijze, waarop van wege den Koning het onderwijs in den landbouw kon bevorderd worden. Ten gevolge hiervan werd door genoemde Commissie voorgesteld, dat, op het voetspoor van hetgeen in Engeland, Schotland en Saksen met zooveel vrucht heeft plaats gehad, gedurende de winteravonden op eenige dorpen van ons vaderland van wege den Koning openbare voorlezingen op gemeenzamen toon mogten gehouden worden over de wetenschappelijke beginselen van den landbouw.*

Het behaagde Z. M., dit voorstel goed te keuren en te bepalen (*Staats-Courant N*o. 266. 10 Nov. 1853), *dat zulks geschieden zoude, in Gelderland: te Brummen, Voorst en Twello; in Zuid-Holland: te Alphen, Naaldwijk en Oestgeest; in Zeeland: te Hulst, Hontenisse en Axel; in Utrecht: te Amerongen. Tot het houden dezer voorlezingen zijn de ondergeteekenden benoemd geworden, en wel* Dr. W. A. J. VAN GEUNS *voor Zeeland*, Dr. A. C. OUDEMANS Jr. *voor Zuid-Holland*,

---

Dr. N. W. P. RAUWENHOFF *voor Gelderland*, *terwijl aan* Dr. L. MULDER *het houden van voorlezingen te Amerongen werd toevertrouwd.*

Bij het onderrigt, *dien ten gevolge in den winter van* 1853—1854 *gegeven*, *is men uitgegaan van het beginsel*, *om eerst aan den landbouwer eenige meerdere kennis mede te deelen van datgene*, *wat hem dagelijks omringt: van lucht*, *water*, *grond*, *plant en dier; en daaruit af te leiden*, *waaraan men voldoen moet*, *om den landbouw op de beste wijze te drijven.*

Ten einde nu aan hunne hoorders een middel te geven, *om het vroeger medegedeelde nader te overdenken*, *en tevens voor de Nederlandsche landbouwers*, *wier woonplaats van bovengenoemde dorpen verwijderd is*, *de gelegenheid open te stellen*, *om ook*, *zoo veel mogelijk*, *in dit onderrigt te kunnen deelen*, *hebben de ondergeteekenden*, *in overleg met de genoemde Commissie*, *gemeend*, *den inhoud der gehouden voordragten door den druk algemeen te moeten verkrijgbaar stellen.*

Elk der ondergeteekenden heeft daartoe vier der zestien gehouden voordragten bewerkt en met zijnen naam onderteekend.

Deze stukken worden hierbij aan de Nederlandsche landbouwers aangeboden, *met den wensch*, *dat deze uitgave strekken moge*, *om het gegeven blijk van Koninklijke belangstelling in den vaderlandschen landbouw meer algemeen te doen waarderen en nuttig zijn.*

N. W. P. RAUWENHOFF.
W. A. J. VAN GEUNS.
A. C. OUDEMANS, Jr.
L. MULDER.

INHOUD.

INLEIDING.

Het doel van een' goeden landbouwer behoort te zijn, van het land, dat hij bebouwt en het vee, dat hij bezit, met de minste onkosten de meest mogelijke opbrengst te verkrijgen, en wel zoodanig, dat daardoor de waarde van zijne bezittingen niet vermindert, maar integendeel steeds toeneemt. Ten einde dit doel te bereiken, moet hij onder anderen weten, hoedanig de grond is, dien hij bebouwt, opdat hij dien op eene doelmatige wijze zou kunnen bewerken en er de noodige verbeteringen aan zou kunnen toebrengen; hij moet weten, welke mest het voordeeligst en doelmatigst is voor het verbouwen van deze of gene gewassen, enz. Tot die kennis kan hij, wel is waar, door lange ondervinding en met veel onkosten gedeeltelijk geraken, maar een goed inzigt in de zaak zal hij niet hebben, tenzij hij wete, welke bestanddeelen in een' goeden grond voorkomen, welke stoffen in verschillende gewassen en meststoffen worden aangetroffen en hoe hij zijn mest kan inrigten naar den aard van zijn' grond en naar de soort van het gewas, dat hij wil verbouwen.

De gezondheid van het vee hangt in vele gevallen af van de lucht, die het inademt. Benaauwde stallen, waarin voor eene genoegzame verversching van lucht niet wordt gezorgd, kunnen eenen nadeeligen invloed daarop uitoefenen. Vele landbouwers weten dit gedeeltelijk bij ondervinding, maar het hooge belang en de reden daarvan zullen zij niet volkomen inzien, tenzij zij weten, wat lucht is, waarin het ademhalen bestaat en hoe het inademen van niet genoeg ververschte lucht storingen in de gezondheid kan ten gevolge hebben.

Zoo is het met eene menigte andere zaken. Zooals wij later dikwijls zullen kunnen opmerken, zal eene ondervinding van vele jaren wel is waar den landbouwer leeren, hoe hij zijn grond bebouwen en zijn vee behandelen moet, maar veel korter en met veel minder onkosten zal hij dit te weten komen, wanneer hij is toegerust met eenige kennis omtrent de zamenstelling en de eigenschappen van lucht, water en grond, van de inrigting der planten en dieren, kortom van de natuur, hare werkingen en hare voortbrengselen.

Deze natuurkennis heeft dus veel boven de enkele ondervinding vooruit; en ofschoon dit sommigen vreemd moge voorkomen, is het een gevolg van den aard der zaak zelve. Immers die wetenschap, waarin de kennis der natuur bestaat, is niet zonder grond, maar steunt op eene ondervinding, in alle eeuwen door de uitstekendste en verstandigste mannen van allerlei landaard opgezameld, vermeerderd en tot één goed geheel geördend; zij steunt op daadzaken, op naauwkeurig onderzoek en ernstig nadenken en houdt geen oogenblik op, zich verder te ontwikkelen en uit te breiden.

Wanneer wij dit in het oog houden, moet het ons dan wel verwonderen, dat eene wetenschap, die door de zamenwerking van zoovele uitstekende mannen is opgebouwd, hulp kan verleenen en raad kan geven, waar het verstand en de ondervinding van den landbouwer te kort schieten, en dat zij hem een korteren weg kan aanwijzen, om tot zijn doel te geraken, waar *hij* een' langeren zou gegaan zijn, indien hij alleen *zijn* verstand en *zijne* ondervinding had geraadpleegd? Voorzeker niet. Een ieder, die niet met vooroordeelen is behebt, zal dit ook gereedelijk toestemmen en overtuigd zijn van het groote belang, dat de beoefening van de kennis der natuur ook voor den landbouwer kan hebben. Van die vooronderstelling uitgaande, bevelen wij dan ook de navolgende bladen aan elken landbouwer aan, in de hoop dat velen daardoor mogen gebragt worden tot eene verstandige uitoefening van hun bedrijf, waarvan zij niet alleen meerderen voorspoed, maar ook zelfvoldoening zullen te wachten hebben.

I.

DE LUCHT.

De eerste zaak, waarbij wij onze aandacht moeten bepalen, is de lucht en hare zamenstelling; een onderwerp, dat voor den landbouwer van het hoogste gewigt is, omdat die stof een groot deel van het voedsel der planten oplevert en bij de ademhaling der dieren eene gewigtige rol vervult.

Dat men voor de ademhaling lucht noodig heeft en dat de geaardheid hiervan op de gezondheid van den mensch veel invloed heeft, weet ieder bij ondervinding; maar dat de planten uit de lucht voedsel trekken en dat haar bestaan, even als dat der dieren, van de aanwezigheid der lucht afhankelijk is, moet velen onbekend zijn en zelfs ongeloofelijk voorkomen. Gelukkig bestaan er middelen, om de opneming van voedsel uit de lucht door de planten zoo duidelijk aan te toonen, dat daaromtrent geen de minste twijfel overblijft. Voor dat wij verder gaan, wil ik hier eene eenvoudige proef vermelden, waardoor men zich van deze zaak gemakkelijk zal kunnen overtuigen.

Wanneer men eene zekere hoeveelheid (b. v. 1 Ned. lood) sterkerszaad in een bak met zuiver uitgegloeid zand brengt, dat met zuiver water is bevochtigd, dan zullen de zaadjes spoedig ontkiemen en na weinig tijds zullen daaruit kleine plantjes zijn voortgekomen. Wanneer men deze plantjes, nadat zij zoolang mogelijk gegroeid hebben, alle weder uit het zand neemt, met zuiver water voorzigtig afspoelt, om aanhangende onreinheden te verwijderen; ze daarna goed droogt, en de gedroogde plantjes weegt, dan zal men vinden, dat hun gewigt grooter is dan dat van het oorspronkelijk gebruikte zaad en dat dus dit laatste gedurende zijne ontwikkeling en verderen groei, eene vermeerdering van stof moet hebben ondergaan. Vanwaar nu dat meerdere? Uit het zand kunnen de plantjes niet alles hebben getrokken, want dit kon niet meer geven, dan het bezat; uit het water evenmin, want daar men voor de proef *zuiver water* heeft gebruikt, en dit bij het droogen bijna geheel is

weggegaan, zoo kan dit ook na het droogen geene vaste stof achterlaten, en door het droogen is dus bijna alle vochtigheid, die in de sterkers uit het zand was opgenomen, verdreven. Er blijft ons dus niets anders over, dan de vermeerdering in gewigt grootendeels aan de opname van stoffen uit de lucht toe te schrijven.

Uit hetgeen ons deze proef leert, is gedeeltelijk te verklaren, hoe het mogelijk is, dat op zeer schrale heidegronden hier en daar uitgestrekte dennebosschen worden aangetroffen. Het voedsel is door de dennen slechts voor een klein gedeelte uit den grond, maar voornamelijk uit de lucht getrokken, zoo als ons later nader blijken zal.

Maar het zal misschien velen duister voorkomen, dat er vaste stoffen kunnen gevormd worden uit iets wat luchtvormig is; en dit is niet vreemd, wanneer men in aanmerking neemt, dat vele menschen een zoo verkeerd denkbeeld hebben van de gewone (of zoogenaamde dampkrings-) lucht in het bijzonder en van luchtsoorten in het algemeen. Velen toch verkeeren in de vaste overtuiging, dat datgene, wat men "*de lucht*" noemt, niets anders is, dan eene ledige ruimte. Indien dit waar was, zou het zeker onmogelijk zijn, dat er uit de lucht hout door de planten werd gemaakt; het is echter zoo niet, want de lucht is een stoffelijk iets, dat gewigt heeft en welks bestaan wij op verschillende wijzen kunnen aantoonen.

Denken wij b. v. een oogenblik aan de vreesselijke kracht van den storm, waardoor somtijds boomen ontworteld en de stevigste gebouwen omvergeworpen kunnen worden, wie zal het in den zin krijgen, om eene zoo krachtige uitwerking toe te schrijven aan iets, dat niet bestaat; die werking wordt alleen voortgebragt door de lucht, die wel is waar onzigtbaar is, maar toch, in sterke beweging zijnde, de grootste kracht, door menschenhanden voortgebragt, verre overtreft.

Het aangehaalde voorbeeld is zeker sprekend genoeg, maar toch zal het niet ongepast zijn, eene eenvoudige proef te vermelden, waardoor men zich van het bestaan der lucht op eene andere wijze kan overtuigen. Men neme eene kom met water gevuld en een bierglas; wanneer men dit laatste omgekeerd in dien stand houdt en onder het water brengt, dan zal men bemerken, dat het water niet in het bierglas dringt. Houdt men dit echter in eene schuinsche rigting, zoo zullen er groote luchtbellen uit het bierglas naar boven komen en een weinig water zal daarvoor in de plaats treden. Gaat men voort met het glas steeds schuinscher te houden, zoo ontwijken er voortdurend luchtbellen, zoolang, totdat het glas met water is gevuld. Hoe komt dit? Doordien de lucht, die ligter is dan water, bij de

omgekeerde stelling van het bierglas eerst niet kan ontwijken en ook het water niet toelaat haar te verdringen, maar bij het scheef houden van het glas, kan ontsnappen en aldus voor het water plaats maakt.

Uit deze proef en het aangehaalde voorbeeld blijkt voldoende, dat de lucht een stoffelijk iets is; hetgeen nog bevestigd wordt, doordien men de middelen bezit, om de lucht te wegen en zich van hare zwaarte te overtuigen. Dit laatste gebeurt zeer eenvoudig door de volgende proef (die evenwel niet door iedereen kan genomen worden, omdat men daartoe eene luchtpomp en eene gevoelige weegschaal noodig heeft): men weegt eene flesch, die door middel van eene kraan kan worden afgesloten, eerst met lucht gevuld. Stellen wij dat zij dan 5 Nederl. oncen weegt. Daarna verwijdert men de lucht uit de flesch, [1]) en sluit de kraan, opdat de buitenlucht er niet indringe, weegt vervolgens de flesch nogmaals en men zal bemerken, dat zij nu niet zoo zwaar is als vroeger, toen zij met lucht was gevuld; een duidelijk bewijs dat deze wezenlijk gewigt heeft. Opent men de kraan, zoo dringt de lucht van buiten met een zeker gedruisch in de flesch, en deze zal nu weder hetzelfde gewigt hebben als bij de eerste weging. Het verschil in gewigt tusschen de met lucht gevulde en luchtledige flesch is, wel is waar, niet zeer groot, en bij eene flesch van één Ned. kan inhoud slechts bijna anderhalf Ned. wigtje; maar dit zal ons niet verwonderen, wanneer wij in aanmerking nemen, dat de lucht eene zeer ijle en dunne stof is, die meer dan 700maal ligter is dan het water.

Sommigen zullen misschien als bezwaren tegen het bestaan der lucht de omstandigheid aanvoeren, dat men ze niet zien, proeven en ruiken kan. Wat aangaat het eerste bezwaar, dit valt weg, wanneer wij bedenken, dat de lucht eene geheel doorschijnende vloeistof is, die ons overal omringt en waaraan ons oog geene grenzen kan onderscheiden; daardoor toch moet het voor ons even zoo zijn, alsof de lucht niet bestond; bovendien gebeurt het menigmaal, dat men vensterruiten in een vertrek niet kan zien en dat men in de meening zou verkeeren, dat zij niet aanwezig waren, zoo men niet bepaald van het tegendeel overtuigd was; immers de vogels vliegen daarom wel eens met geweld tegen de ruiten aan, wanneer zij eenig aas daarachter ontdekken. Zij, die onder water met opene oogen kunnen zwemmen, kunnen wel is waar het water voelen, maar

---

[1]) Dit geschiedt door middel van eene luchtpomp, een werktuig, waarmede men uit geslotene fleschen of andere toestellen de lucht kan verwijderen.

niet zien, om dezelfde reden die wij zoo even hebben opgegeven.

Wat aangaat de laatstgenoemde bezwaren, het is wel waarschijnlijk, dat de lucht, op onze reuk- en smaakzenuwen geen indruk kan maken, omdat onze zintuigen, ingeval de lucht reuk en smaak bezat, door de gewoonte reeds kort na onze geboorte zouden verstompt zijn.

Wij moeten hierbij nog opmerken, dat de afwezigheid van kleur, reuk en smaak als gronden tegen het bestaan der lucht ook daarom niet kunnen worden aangehaald, omdat er behalve de gewone lucht, nog andere luchtsoorten bestaan, waaronder er zijn, die evenmin gekleurd zijn als de lucht, maar toch door haren reuk en smaak gemakkelijk als wezenlijk bestaande stoffen kunnen worden herkend, terwijl andere door hare kleur, haren reuk en smaak of door hare brandbaarheid, een bewijs leveren voor de stoffelijkheid der luchtsoorten.

De *zwavelwaterstoflucht*, b. v., die ontstaat, door zwavelijzer met verdunde vitrioololie te overgieten, is eene kleurlooze luchtsoort, die een alleronaangenaamsten reuk verspreidt en dien aan het water mededeelt. De *chloorlucht*, ontstaan door zachte verwarming van bruinsteen met geest van zout (zoutzuur), is eene geelgroene luchtsoort, die eenen zeer verstikkenden reuk bezit en voor de ademhaling hoogst schadelijk is. [1]) Deze weinige voorbeelden mogen voldoende zijn, om het zoo even gezegde te staven; later zullen wij nog meerdere luchtsoorten van verschillenden aard leeren kennen.

Uit al hetgeen hierboven is behandeld, blijkt dus ten duidelijkste, dat de lucht, ofschoon niet door reuk, smaak of kleur bemerkbaar zijnde, evenwel gewigt heeft en dus wezenlijk uit stof bestaat. Wij hebben veel woorden gebruikt, om deze hoogst eenvoudige waarheid aan te toonen, maar waarschijnlijk niet onnut; want niettegenstaande hare groote eenvoudigheid schijnt die zaak voor vele menschen onbegrijpelijk te zijn en wij meenden niets te moeten verzuimen, om den lezer eerst volkomen van eene waarheid te overtuigen, die de grondslag is van al wat wij verder moeten behandelen, zooals wij reeds bij de straks volgende proef zullen bemerken.

Het is bekend, dat voor de verbranding lucht noodig is, en menigeen zal wel eens hebben opgemerkt, dat een eerste vereischte voor het voortduren der verbranding daarin bestaat, dat de lucht gedurig wordt ververscht. Wordt aan die voorwaarde niet

---

1) Zij die met deze luchtsoort proeven doen, moeten daarbij de uiterste omzigtigheid in acht nemen, daar de inademing van eene geringe hoeveelheid chloor zeer ernstige gevolgen en zelfs den dood kan ten gevolge hebben.

voldaan, zoo zal het brandende ligchaam spoedig worden uitgedoofd, omdat dezelfde hoeveelheid lucht niet voortdurend strekken kan, om de verbranding te onderhouden. Men kan zich daarvan door de volgende proef zeer gemakkelijk overtuigen.



Fig. 1.

Op een' schotel met water (*c* in Fig. 1) plaatst men een plat stuk kurk of een diep schoteltje en daarop eene brandende kaars *a*. Daarna overdekt men deze met eene klok of stolp *b*, of bij gebrek daarvan met een omgekeerd bierglas, en wel zoo, dat de beneden rand eenige strepen onder het water komt, zoodat de ruimte in het glas door het water geheel is afgesloten. Laat men nu de stolp of het glas eenigen tijd in dien stand, zoo zal de kaars flaauwer beginnen te branden en ten laatste geheel worden uitgedoofd. Na eenigen tijd zal men bevinden, dat het water voor een deel in het glas is opgeklommen en dus eene ruimte heeft ingenomen, die vroeger met lucht was gevuld. De in de stolp overblijvende ruimte is dan gevuld met eene luchtsoort, die geheel andere eigenschappen heeft dan de gewone lucht; zij kan b. v. de verbranding niet onderhouden; want een brandend ligchaam, b. v. een brandende zwavelstok, daarin gebragt, wordt dadelijk uitgedoofd.

Deze proef en de verschijnselen, die men daarbij opmerkt, worden daardoor verklaard, dat de lucht eene zamengestelde stof is en uit een mengsel van ten minste twee luchtsoorten bestaat, waarvan de eene de verbranding onderhouden kan, en de andere niet. De eerstgenoemde heeft zich (zooals wij later zullen aantoonen) bij de verbranding met de stoffen, waaruit de kaars is zamengesteld, vereenigd en daarmede eene luchtsoort gevormd, die na de proef in het water langzamerhand is opgelost. De andere, die de verbranding niet onderhoudt, is onveranderd gebleven en wordt dus na de proef in de klok of stolp teruggevonden.

Deze bestanddeelen van de lucht worden *zuurstof* en *stikstof* genoemd; zij zijn niet de eenige luchtsoorten, waaruit de lucht bestaat, maar maken toch te zamen het grootste deel daarvan uit. Op vijf maten lucht namelijk zijn bijna vier maten stikstof en één maat zuurstof bevat; eene geringe hoeveelheid *koolzuur*, *ammoniak* en

waterdamp (die wij later zullen ter sprake brengen) zijn daarbij als gewone bestanddeelen van de lucht gemengd.

De betrekkelijke verhouding tusschen de hoeveelheid zuurstof en stikstof in de lucht, zou men door de boven beschrevene proef tevens nagenoeg kunnen bepalen; daartoe had men niets anders te doen, dan te meten, hoe groot de inhoud der stolp is, en hoeveel stikstof er overblijft na de proef; het verschil tusschen beide, of de ruimte die naderhand door het water wordt ingenomen, geeft dan de hoeveelheid zuurstof (in maat) aan, die bij de verbranding verdwijnt. Wanneer men evenwel die proef naauwkeurig tot dit doeleinde wil inrigten, is het verkieslijk, in plaats van eene brandende kaars een stuk phosphorus [1]) te gebruiken en dit aan te steken; omdat de witte, zure dampen, die door de vereeniging van phosphorus met zuurstof ontstaan, veel spoediger en volkomener door het water worden weggenomen, dan de luchtsoort, die bij de verbranding der kaars wordt ontwikkeld. De waterdamp, het koolzuur en de ammoniak komen bij deze proef overigens niet in aanmerking, omdat zij, wegens de geringe hoeveelheid, die de lucht daarvan bevat, geen merkbaar verschil bij de uitkomst zouden te weeg brengen.

Wij willen nu de verschillende bestanddeelen der lucht nader leeren kennen en hunne eigenschappen nagaan. Wij beginnen met de behandeling van de

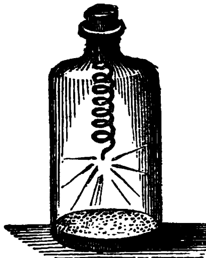
Zuurstof. Uit de proef, die wij zoo even hebben beschreven, is ons reeds gebleken, dat deze luchtsoort zeer geschikt is, om de verbranding te onderhouden; de lucht bezit deze eigenschap, alleen daarom, omdat zij eene zekere hoeveelheid zuurstof bevat, terwijl de stikstof daarbij geheel werkeloos is. Wanneer nu de lucht, die slechts voor één vijfde zuurstof bevat, de verbranding reeds zoo goed onderhoudt, zal menigeen daaruit het besluit trekken, dat zuivere zuurstof die eigenschap in nog hoogere mate moet bezitten. Dit is dan ook werkelijk het geval, en men behoeft slechts eens de verbranding van eene brandbare stof in zuurstof te zien, om op te merken, met hoeveel meer glans en hevigheid die vergezeld gaat, dan de verbranding van een ligchaam in de lucht.

---

1) De phosphorus is eene zeer brandbare stof, die het ligt ontvlambare gedeelte der lucifers uitmaakt. Voor de bovenbeschrevene proef is eene hoeveelheid van ½ Ned. wigtje genoegzaam, wanneer men 1 Ned. kan lucht wil ontleden. Men zorge, steeds voorzigtig met phosphorus om te gaan, daar die stof gemakkelijk ontvlamt en hevige brandwonden kan geven. Daarom is het raadzaam, ze onder water te snijden en ze niet met de vingers aan te vatten.


Fig. 2.

Tot het uitvoeren van deze proeven vult men eenige groote flesschen met zuurstof[1]) en plaatst de stoffen, die men wil verbranden op een geel-koperen lepeltje van den in Fig. 2 afgebeelden vorm, of bevestigt ze bij gebrek daarvan aan een stuk geel koperdraad, dat men heeft omgebogen, steekt ze even aan, en dompelt het lepeltje nu dadelijk in de flesschen met zuurstof. De brandbare stoffen (b. v. houtskool, zwavel, phosphorus) beginnen nu, onder ontwikkeling van een sterk licht, hevig te verbranden en leveren daarbij eene fraaïje vertooning op; de verbranding van phosphorus vooral verspreidt een zoo sterken glans, dat die voor de oogen verblindend wordt. Men kan zelfs op de zoo even beschrevene wijze een dun stuk ijzerdraad, b. v. eene horologieveêr, laten verbranden, wanneer men het uiteinde daarvan gloeijend maakt, alvorens het in zuurstof te brengen: onder het spatten van vonken wordt dan het ijzer verbrand (Fig. 3) met ontwikkeling van eene zoo groote hitte, dat een deel van het verbrande ijzer in den vorm van gesmoltene droppels op den bodem der flesch valt en zich daarin vasthecht, zoo men dit niet verhindert, door den bodem voor de proef met eene laag zand te bedekken.


Fig. 3.

Wij moeten den lezer hier aandachtig maken op een verschijnsel,

---

1) Wij achten het voor sommigen onzer lezers niet onbelangrijk, hier mede te deelen, op welke wijze men bij het bereiden van zuurstof en het opvangen van deze en andere luchtsoorten moet te werk gaan. Tot de bereiding van zuurstof verhit men de zoogenaamde chloorzure potasch, (eene stof, die bij den handelaar in scheikundige bereidingen is te verkrijgen) in eenen glazen toestel, van den vorm, die in Fig. 4 bij *a* is afgebeeld, door middel van eene spiritus-lamp *b*. Aan den toestel *a* is eene omgebogen glazen buis *c* door middel van eene doorboorde kurk luchtdigt bevestigd; het uiteinde dezer buis *c* laat men in eene kom onder water uitkomen en plaatst boven hare opening eene omgekeerde met water gevulde flesch *d*, die door de hand wordt vastgehouden of nog beter door een stuk lei *e* wordt ondersteund, dat onder het water tegen de wanden der kom rust, en met eene

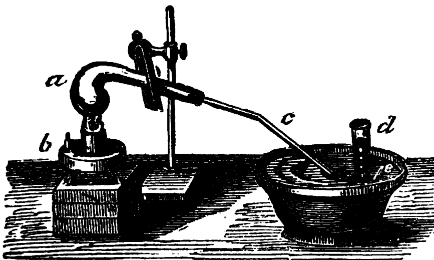


Fig. 4.

dat bij de boven beschrevene proeven menigmaal is op te merken. Wanneer men in eene zekere hoeveelheid zuurstof een stuk houtskool, zwavel, phosphorus of ijzer heeft verbrand, dan zal men dikwijls bevinden, dat dit niet *geheel* is verbrand, maar dat er nog een gedeelte van is overgebleven. Wat kan daarvan wel de oorzaak zijn? Waarom branden de zwavel en de phosphorus niet geheel af? Sommigen zullen op die vraag ten antwoord geven, dat de zuurstof in sommige gevallen ontoereikend kan zijn, om al den phosphorus, enz. te verbranden en dat bij eene der boven beschrevene proeven het geval te voorzien is, dat al de in de flesch aanwezige zuurstof reeds geheel is verbruikt, wanneer er slechts een gedeelte van de phosphorus of zwavel is verbrand. Dit antwoord is zeer juist; maar wat hebben wij onder dat "*verbruikt worden*" van de zuurstof te verstaan. Ziedaar eene vraag, wier beantwoording van het uiterste gewigt is; want op het volkomene begrip van datgene, wat bij de verbranding geschiedt, steunt het goede begrip van eene menigte andere verschijnselen, die wij gedurig zullen ontmoeten en die voor ons van het hoogste belang zijn.

Wij willen daarom bij de verbranding nog eenige oogenblikken blijven stilstaan en de reden van het zoo evengenoemde verschijnsel nader leeren kennen.

De voorwerpen, die op onze aarde worden gevonden, bestaan voor het grootste gedeelte uit zamengestelde stoffen, dat is uit stoffen, die op eene of andere wijze kunnen gescheiden worden in bestanddeelen, welke in eigenschappen van elkander verschillen en dus op zich zelf verschillende ligchamen uitmaken. Deze bestanddeelen zijn zelf veelal ook zamengesteld en kunnen weder in andere stoffen worden gescheiden; ten laatste evenwel stuit men op stoffen, welke voor geene verdere ontleding vatbaar zijn. Deze laatsten noemt men grondstoffen of enkelvoudige stoffen. Een enkel voorbeeld zal dit duidelijk maken. Glas is eene zamengestelde stof en dit blijkt reeds uit de wijze, waarop het wordt vervaardigd; zand, kalk en

---

opening is voorzien, die het uiteinde der buis *c* doorlaat. Verhit men nu den toestel *a*, zoo ontwikkelt er zich zuurstoflucht, die door de buis *c* in de flesch *d* in den vorm van luchtbellen naar de hoogte stijgt; zoodat ten laatste het water in de flesch geheel door zuurstof is verplaatst. Men sluit nu de flesch onder water met eene goed sluitende kurk en bewaart ze omgekeerd in een bak met water, tot dat men de zuurstof wil gebruiken. Van 10 lood chloorzure potasch kan men bijna 4 lood zuurstof verkrijgen, eene hoeveelheid die genoegzaam is, om meer dan 20 gewone wijnflesschen te vullen.

andere stoffen worden namelijk door eene groote hitte onder elkander gesmolten; hierbij ontstaat het glas, dat in den gloeijenden oven eene vloeibare zelfstandigheid is, waaruit voorwerpen van velerlei aard worden geblazen, die bij bekoeling vast worden. In dit glas nu is zoowel zand als kalk aanwezig en de scheikundige kan die stoffen weder uit het glas afzonderen; maar de kalk en het zand zelven zijn weder uit andere stoffen zamengesteld: de eerste namelijk uit kalkmetaal en zuurstof, het laatste uit kiezel en zuurstof. Deze bestanddeelen, kalkmetaal, kiezel en zuurstof kunnen nu niet verder worden ontleed; men kan wel door vereeniging daarvan met andere stoffen nieuwe zelfstandigheden vormen; maar welke moeite men overigens moge aanwenden, om ze in andere stoffen te scheiden, alles is te vergeefs. Deze zelfstandigheden moeten dus onder de grondstoffen worden gerangschikt.

Van de meeste voorwerpen, die ons bekend zijn, hebben de scheikundigen de grondstoffen opgespoord, en, niettegenstaande er eene zoo groote verscheidenheid van stoffen bestaat, zoo heeft men in al die voorwerpen slechts ruim een zestigtal verschillende grondstoffen gevonden; onder deze bevinden zich de metalen, de zwavel, de phosphorus en ook de zuurstof en stikstof, die wij reeds eenigermate hebben leeren kennen.

Wanneer nu twee of meer dergelijke grondstoffen zich met elkaâr verbinden, om een nieuw ligchaam te vormen, zoo wordt er altijd een zekere graad van warmte ontwikkeld, die onder sommige omstandigheden zoo groot kan zijn, dat de verbinding met verschijnselen van licht gepaard gaat.

Ditzelfde nu heeft ook plaats bij het verschijnsel, dat algemeen onder den naam van *verbranding* bekend is. Twee stoffen verbinden zich daarbij met elkander, de zuurstof en het brandbare ligchaam, en door de vereeniging van deze beide ontstaan nieuwe stoffen, die geheel verschillen van de bestanddeelen, waaruit zij zijn gevormd; zoo ontstaat bij de verbinding van ijzer met zuurstof, *ijzerroest;* bij de verbranding van zwavel, het zoogenaamde *zwaveligzuur*, eene verstikkende luchtsoort, die voor de ademhaling zeer nadeelig is en denzelfden reuk als dien van een brandenden zwavelstok bezit; door de verbranding van houtskool, *koolzuur*, eene luchtsoort, die ook in de gewone lucht voorkomt, en die wij nader zullen leeren kennen, enz.

Merkwaardig is het bij de verbinding der grondstoffen met elkander en dus ook bij de verbranding, dat altijd eene bepaalde hoeveelheid van de eene grondstof zich met eene bepaalde hoe-

veelheid van de andere verbindt, om eene nieuwe stof te vormen. Wanneer men b. v., één Ned. pond zwavel volkomen wil verbranden, dan heeft men juist ook één Ned. pond zuurstof daartoe noodig (meer dan 700 Ned. kan); tot de volkomene verbranding van 387 Ned. pond phosphorus zijn juist 500 Ned. pond zuurstof noodig; en nooit meer en nooit minder dan de opgegevene hoeveelheid. Is er van een der beide stoffen iets meer voorhanden dan noodig is, zoo blijft dat meerdere onaangeroerd en verbindt zich niet. Deze hoogst eenvoudige en juist daarom zoo merkwaardige regel gaat *altijd* door, hetzij men daarvan heden of morgen, of over een jaar tijds de proef wil nemen; de uitkomst zal altijd dezelfde zijn, en één pond zwavel zal zich altijd met één pond zuurstof bij de verbranding tot twee pond zwaveligzuur verbinden. De hoeveelheden der onderscheidene grondstoffen, die zich met elkander verbinden, zullen evenwel verschillend zijn; want om een pond zwavel te verbranden, behoeft men een pond zuurstof, terwijl voor de verbranding van een pond phosphorus bijna een pond en drie ons en voor de verbranding van een pond zuivere houtskool bijna twee pond en zeven ons zuurstof noodig zijn.

Wanneer men nu dit in het oog houdt, dan zal men ligtelijk inzien, waarom bij de verbrandingsproeven, die wij boven hebben beschreven, somtijds een gedeelte der brandbare stoffen onaangeroerd overblijft; immers dit hangt geheel af van de betrekking tusschen de hoeveelheid zuurstof en die van het ligchaam, dat men wil verbranden. Stellen wij b. v., dat men voor de verbranding van zwavel 1 Ned. kan zuurstof en 2 Ned. wigtjes zwavel had genomen, dan zou een gedeelte van de zwavel onverbrand moeten overblijven; want 1 Ned. kan zuurstof (wegende bijna anderhalf Ned. wigtje) kan zich slechts met ongeveer anderhalf wigtje zwavel verbinden en, volgens hetgeen zooeven is gezegd geworden, moet er dus nog nagenoeg één half wigtje zwavel onverbrand terugblijven.

Daarbij komt nog eene tweede oorzaak, daarin bestaande, dat de luchtsoorten of andere stoffen, die bij de verbranding ontstaan, zelve niet geschikt zijn, om de verbranding te onderhouden, en somtijds de verbranding kunnen belemmeren, wanneer zij, door hare aanwezigheid, de zuurstof te veel verdunnen.

Deze beide omstandigheden moeten wel in het oog gehouden worden bij de toepassing van de leer der verbranding op het dagelijksch leven, namelijk bij de verlichting en verwarming. Wil men, dat door de verbranding van olie een helder licht wordt verspreid, of dat de verbranding van hout of steenkolen eene

genoegzame warmte voortbrengt, om ons tegen winterkoude te vrijwaren, zoo moet men zorgen, dat er altijd eene gedurige verversching van lucht plaats heeft, en dat de luchtvormige stoffen, die door de verbranding ontstaan, worden weggevoerd en dus geen belemmerenden invloed op de verbranding kunnen uitoefenen. Tot deze beide doeleinden dienen bij eene lamp de ronde holle pit en het lampenglas en bij een' kagchel de rooster en de schoorsteen. De ringvormige gedaante der pit maakt, dat de lucht van twee kanten met de vlam kan in aanraking komen en het lampenglas geeft eene trekking, waardoor de luchtsoorten, die bij de verbranding worden gevormd, in de lucht naar de hoogte stijgen en aldus worden verwijderd, en tevens gedurig versche lucht van onderen bij de vlam komt. Evenzoo dient de rooster in een kagchel, om gedurig versche lucht te laten toetreden en de schoorsteen, om den rook weg te voeren. Om de toetreding van lucht te bevorderen, dient eveneens het blazen met eene blaaspijp of een blaasbalg in het vuur, welke beide werktuigen de landbouwers genoeg bekend zijn.

Bij de proeven die wij boven (blz. 9) hebben beschreven en die reeds meermalen zijn ter sprake gebragt, geschiedde de verbinding van brandbare stoffen met zuurstof onder eene merkbare ontwikkeling van licht en warmte; men moet zich evenwel niet voorstellen, dat dit altijd het geval is. Immers wij weten reeds bij ondervinding, dat ijzer in vochtige lucht roest (d. i. zich met zuurstof verbindt), zonder dat men eenige warmte, veel minder eene ontvlamming waarneemt; en evenzoo is er nog een groot aantal brandbare stoffen, die zich bij den gewonen warmtegraad der lucht, ofschoon langzaam en zonder verschijnselen van licht en warmte, met zuurstof verbinden.

Onder welke omstandigheden zal nu eene stof zich met zuurstof onder verschijnselen van vuur verbinden, en onder welke omstandigheden gebeurt zulks niet? Ziedaar eene vraag, die zeer gemakkelijk te beantwoorden is, wanneer men slechts nadenkt over datgene, wat bij de verbranding is op te merken. Een stuk zwavel, b. v., zal in de lucht niet veranderen, maar brengt men het met een brandend ligchaam in aanraking, zoo ontvlamt het, verbrandt en ontwikkelt daarbij een zekeren warmtegraad, die voldoende is, om de verbranding op het overige gedeelte van de brandbare stof over te brengen; uit dien hoofde zal het stuk zwavel, eens aangestoken zijnde, blijven voortbranden, omdat door de verbranding van één gedeelte dier stof, altijd genoeg hitte ontstaat, om een volgend gedeelte te doen ontvlammen. Steekt men een' zwavelstok aan, zoo zal

de warmte, die door het branden van de zwavel ontwikkeld wordt, ook het hout aansteken en houdt men dan het brandende einde naar beneden, zoodat de vlam telkens het overblijvende gedeelte van het hout kan bereiken, zoo zal dit bijna geheel in luchtsoorten worden veranderd. Houdt men evenwel den zwavelstok met het brandende einde naar boven, zoo zal hij spoedig worden uitgedoofd, omdat de hitte zich dan niet in dezelfde mate aan het hout kan mededeelen. Hetzelfde zal geschieden, wanneer men het vlammende ligchaam eensklaps sterk afkoelt, b. v., door er hard tegen te blazen. — Wij zien dus hieruit, dat de zwavel en het hout niet met vlam kunnen verbranden, wanneer zij niet eerst tot eenen zekeren graad van warmte worden verhit; en zoo is het met alle brandbare ligchamen. Het eene zal bij eenen hoogeren, het andere bij eenen lageren warmtegraad ontvlammen; zoo is b. v. de warmte, door eene ligte wrijving teweeg gebragt, reeds genoeg om een stukje phosphorus of een' lucifer aan te steken, terwijl men daardoor een stuk zwavel volstrekt niet zou zien veranderen.

Wat zal er nu gebeuren, wanneer de brandbare ligchamen met lucht of zuurstof worden in aanraking gebragt, zonder dat zij den warmtegraad hebben, die tot de eigenlijke verbranding met vlam noodig is?

Sommige stoffen zullen onder die omstandigheden onveranderd blijven, maar een groot aantal andere stoffen, en vooral die, welke van plantaardigen of dierlijken oorsprong zijn, zullen zich allengs en zeer langzaam met zuurstof verbinden, en daarbij zelfstandigheden vormen, meestal verschillend van die, welke door eene meer bepaaldelijk aldus genoemde *verbranding met vlam* worden geboren.

Deze somtijds onmerkbare verandering van vele stoffen onder de werking der zuurstof, die men *langzame verbranding* heeft genoemd, speelt eene groote rol in de huishouding der natuur en kan door iedereen dagelijks worden opgemerkt; het aanloopen en roesten van metalen, het verrotten van plantaardige en dierlijke stoffen (dat van zooveel belang is bij de bemesting van het land), het vermolmen van het hout en nog zoo vele andere verschijnselen, kunnen alle als voorbeelden daarvan worden aangehaald. Ja zelfs door de ademhaling der dieren heeft eene langzame verbranding van sommige stoffen uit het bloed plaats, ene werking die voor de instandhouding van het leven noodzakelijk is, die eene gedurige oorzaak is van de slooping des ligchaams en toch een der groote middelen oplevert, waardoor het voedsel in het dierlijk ligchaam wordt verwerkt en tot opbouw daarvan wordt voorbereid; maar die ons tevens op nieuw doet inzien, welk eene belangrijke rol de lucht op onzen

aardbol vervult en hoe naauw het leven van de dieren aan het bestaan van den dampkring is gebonden.

Stikstof. Zoo als wij reeds bij de op blz. 7 beschrevene proef hebben aangetoond, blijft er bij de verbranding van een ligchaam in eene beslotene ruimte eene luchtsoort over, die de verbranding niet verder onderhouden kan. Die luchtsoort heeft men stikstof genoemd, omdat zij geheel en al ongeschikt is, om de ademhaling te onderhouden en omdat een dier, dat in eene daarmede gevulde ruimte vertoeft, spoedig den stikdood sterft.[1]) Zij heeft, op zich zelve beschouwd, geene eigenschappen, waardoor zij voor ons van belang is, maar verdient onze aandacht vooral daarom, omdat zij een gewigtig bestanddeel van plantaardige en dierlijke stoffen uitmaakt, en omdat de waarde der voedingsmiddelen en de min of meer krachtige uitwerking van den mest, in zeker opzigt van het gehalte aan stikstof afhankelijk zijn. Wij zullen later op die luchtsoort meermalen terugkomen en dan gelegenheid hebben, het hooge gewigt van die stof voor planten en dieren aan te toonen.

Koolzuur. Wanneer men een stuk houtskool op het vuur werpt, wordt het langzamerhand verteerd en er blijft slechts een weinig asch over. De verbrandbare stof van de houtskool, die voor het grootste gedeelte uit zuivere *koolstof* bestaat, heeft zich, zoo als wij vroeger reeds aantoonden (zie blz. 11), met de zuurstof der lucht verbonden en daarmede koolzuur gevormd. Hieruit blijkt reeds dadelijk, dat deze laatstgenoemde luchtsoort geene enkelvoudige stof is, maar uit koolstof en zuurstof bestaat; twee enkelvoudige stoffen, waarvan de eerste den lezer nog onbekend kan zijn, en waarover wij met een paar woorden moeten spreken, alvorens verder te gaan.

De *koolstof* maakt het grootste deel uit van de steenkool en houtskool; zij is een bestanddeel van alle plantaardige of dierlijke stoffen en niet dan met eenige moeite te verkrijgen; alleen het mineraalrijk levert die stof zuiver op als diamant, en bijna zuiver als potlood.

Wanneer men plantaardige of dierlijke stoffen, houtskool of steenkool verbrandt, ontstaat door de vereeniging van de daarin bevatte koolstof met de zuurstof, koolzuur; hetzelfde geschiedt bij de ademhaling der

---

1) Er zijn nog wel andere luchtsoorten, welke die eigenschap hebben, en deze zouden dus evenveel regt hebben op den naam van *stikstof;* maar omdat men vroeger meende, dat deze eigenschap alleen of bij uitsluitendheid aan dat bestanddeel der lucht toekwam, wat wij nu behandelen, zoo gaf men daaraan dien naam; men heeft dien later niet veranderd, om geene verwarring te weeg te brengen.

dieren en bij de verrotting van plantaardige of dierlijke stoffen; enz. Nemen wij nu in aanmerking, dat er voortdurend verbazend groote hoeveelheden hout, turf, steenkolen, enz. worden verbrand; dat op onzen aardbol door elken mensch in 24 uren ongeveer 8 Ned. ons koolzuur (ongeveer 400 Ned. kan) wordt uitgeademd, en dat het gedurige afsterven van planten en dieren insgelijks gelegenheid geeft tot eene ruime ontwikkeling van die luchtsoort, dan zal iedereen geneigd zijn, daaruit te besluiten, dat de lucht zeker wel eene groote hoeveelheid koolzuur moet bevatten. En evenwel is dit het geval niet, want gewone lucht bevat doorgaans slechts eene zoo geringe hoeveelheid van die luchtsoort, dat men die alleen door proeven kan ontdekken; op elke 10,000 maten lucht vindt men slechts ongeveer 4 maten koolzuur.

Deze schijnbare tegenstrijdigheid wordt daardoor verklaard, dat de lucht, die de aarde omgeeft, zeer uitgestrekt is, en het koolzuur, hetwelk in zoo groote hoeveelheid telkens op nieuw wordt gevormd, wel met de lucht wordt vermengd, maar niet daarin *blijft*. Er zijn namelijk sommige voorwerpen op onze aarde, die het koolzuur uit de lucht in zich opnemen en daarvoor steeds zuurstof in de plaats geven, zoodat de lucht daardoor voortdurend voor de ademhaling der dieren geschikt blijft; want, zoo als wij nader zullen zien, is het koolzuur op zich zelf ongeschikt, om de ademhaling te onderhouden en kan eene zekere hoeveelheid daarvan, onder gewone lucht gemengd, zelfs reeds schadelijke gevolgen voor de gezondheid teweeg brengen. Die voorwerpen, welke aan het dierenrijk eene zoo gewigtige weldaad bewijzen, zijn de planten. Door middel van de bladeren, wier bewonderenswaardig zamenstel in een der volgende hoofdstukken zal worden nagegaan, zijn zij steeds in de gelegenheid, om luchtsoorten uit den dampkring op te nemen en terwijl zij zelve daardoor voedsel verkrijgen en aan gewigt toenemen, ontnemen zij aan de lucht datgene, wat voor menschen en dieren schadelijk is en eene storing in hunne levensverrigtingen zou kunnen te weeg brengen. Deze opname van luchtsoorten wordt overigens zeer begunstigd door de gedurige verwisseling van lucht, die onafgebroken op onzen aardbol plaats heeft. Op die wijze wordt dus de lucht gedurig van haar koolzuur ontdaan, zoodat zij altijd slechts sporen daarvan bevat. Wij zullen later gelegenheid hebben, hierover uitvoerig te handelen.

De eigenschappen van het koolzuur zijn zoodanig, dat men het zeer gemakkelijk van de tot nog toe behandelde luchtsoorten kan

onderscheiden; immers terwijl deze laatstgenoemden geheel van smaak en reuk zijn ontdaan, brengt het koolzuur, dat wij in het schuimende bier in den vorm van luchtbelletjes of schuim in zoo ruime mate aantreffen, een prikkelend gevoel op de tong teweeg, terwijl het tevens eenen eigenaardigen reuk verspreidt. Een groot aantal wateren uit de natuur en vele kunstmatig verkregene dranken zijn daaraan hunnen aangenaam prikkelenden smaak verschuldigd, en zelfs het regenwater dat, uitgekookt en aldus van koolzuur beroofd flaauw van smaak is, wordt een verfrisschende drank, wanneer het een weinig van die luchtsoort houdt opgelost.

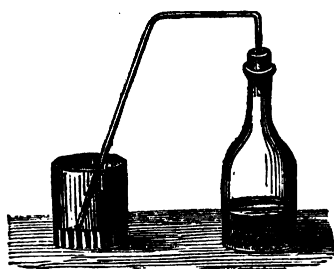


Fig. 5.



Fig. 6.

Eene merkwaardige eigenschap van het koolzuur is zijne grootere zwaarte in vergelijking met de lucht, die door de volgende eenvoudige, maar verrassende proef kan worden aangetoond. Men werpe in eene flesch (Fig. 5) eenige stukken krijt of marmer en overgiete dit met geest van zout (zoutzuur); daarop sluite men de flesch spoedig met eene goedsluitende kurk, die in het midden met eene ronde opening is voorzien, waarin eene gebogene glazen buis naauwkeurig past. Uit het krijt zullen zich nu luchtbellen ontwikkelen, welke uit koolzuur bestaan, dat door de buis moet ontwijken. Plaatst men nu onder het uiteinde van deze buis een leêg bierglas, zoo zal het koolzuur, dat bijna anderhalfmaal zwaarder is dan de lucht, zakken en het glas vullen. Keert men dan dit laatste boven eene brandende kaars om (zie Fig. 6), even als of men het wilde uitschenken, zoo zakt het koolzuur naar beneden en het licht wordt dadelijk uitgebluscht, omdat genoemde luchtsoort ongeschikt is, om de verbranding te onderhouden.

Sommigen onzer lezers zouden daaruit misschien opmaken, dat het koolzuur, dat in de lucht aanwezig is, ook altijd de laagste plaatsen

daarvan zal innemen. Dit is evenwel het geval niet. Wanneer men in eene beslotene ruimte luchtsoorten bij elkander brengt, die in gewigt verschillen, dan zal in de eerste oogenblikken daarna wel de zwaarste luchtsoort naar den bodem zakken, maar na eenigen tijd zullen zij zich onderling gelijkmatig hebben vermengd. Brengt men eenige luchtsoorten in de lucht met elkander in aanraking, welke op elkaâr geene werking uitoefenen, zoo zal die vermenging nog spoediger plaats hebben, omdat de lucht, zoowel in beslotene vertrekken als daar buiten altijd min of meer in beweging is. Alleen wanneer uit den grond voortdurend koolzuur wordt ontwikkeld (hetgeen b. v. in sommige bergachtige landstreken het geval kan zijn) kan deze steeds met eene zekere laag van die luchtsoort bedekt blijven. Zoo is er eene grot bij Napels, *hondsgrot* genoemd, die steeds tot eene zekere hoogte met koolzuur bedekt blijft, zoodat een hond, die daarin gaat, spoedig bezwijmt en daarna sterft, zoo hij er niet spoedig wordt uitgehaald, terwijl een mensch zonder gevaar daarin loopen kan.

Deze eigenschap der luchtsoorten, om zich gelijkmatig met elkander te vermengen, niettegenstaande haar verschil in gewigt, is van groot belang voor de instandhouding van het leven op aarde. Indien immers al het koolzuur, dat in den dampkring wordt ontwikkeld, de laagste plaatsen innam, zou onze ademhaling gestoord worden en zou het met ons leven spoedig gedaan zijn. Want het koolzuur is evenmin geschikt om de ademhaling te onderhouden, als de stikstof; maar terwijl eene bijmenging van vier vijfden stikstof onder één vijfde zuurstof geen nadeeligen invloed op onze gezondheid uitoefent, is eene hoeveelheid van 1 tot 2 ten honderd koolzuur in de lucht reeds genoeg, om eene storing in den gewonen loop van het leven te weeg te brengen. Het is daarom zoo noodzakelijk, dat er steeds in beslotene vertrekken, waar veel menschen of in stallen, waar veel dieren bij elkander zijn en waarin door de ademhaling veel koolzuur wordt ontwikkeld, goed voor ververschihg van lucht wordt gezorgd. Wel is waar dringt er voortdurend versche lucht met eene ongeloofelijke snelheid door de reten van deuren of vensters heen; maar die hoeveelheid is dikwijls niet groot genoeg, om het koolzuur onschadelijk te maken, waarmede de lucht in beslotene vertrekken is bezwangerd. Eene menigte voorbeelden zijn er bekend van gevallen, waarin menschen op schepen, in te naauwe vertrekken opgesloten zijnde, door het koolzuur, dat bij de ademhaling wordt ontwikkeld, binnen korten tijd bezweken, ofschoon de hoeveelheid

zuurstof nog niet zoo verminderd was, dat zulks op zich zelf den dood ten gevolge kon hebben.

Hetzelfde vindt men opgeteekend van menschen, die zich in kelders begaven, welke sedert langen tijd waren gesloten geweest, en van vee, dat in naauwe hokken was opgesloten.

Ammoniak. De ammoniak is eene luchtsoort, die in nog veel geringere hoeveelheid dan het koolzuur in de lucht voorkomt. Volgens naauwkeurige proeven bevatten 1,000,000 maten lucht hoogstens vier maten ammoniak. Niettegenstaande deze geringe hoeveelheid, worden er evenwel voortdurend groote hoeveelheden ammoniak gevormd en wel door de verrotting van allerlei plantaardige en dierlijke stoffen; maar deze worden nu en dan door den regen opgelost, naar den grond gevoerd en door de planten opgenomen, waar zij tot de vorming van vele nuttige stoffen bijdragen.

Door de rotting van pis en van de vaste uitwerpselen der dieren ontstaat veel ammoniak en de sterk prikkelende reuk, dien gerotte pis (en ook guano) van zich geeft, en die de oogen somtijds zoo pijnlijk aandoet, ontstaat voornamelijk door de aanwezigheid van ammoniak, die met koolzuur verbonden daarin voorkomt.

De ammoniak maakt zelfs het beste, het snelwerkende of zoogenoemde *drijvende* van den mest uit, en alle middelen, die kunnen worden aangewend, om de ontwijking van die kostbare stof tegen te gaan, moeten door den landbouwer gretig worden aangegrepen; want daardoor bespaart hij zich veel verlies en vele onkosten, die de slordige en zorgelooze behandeling van den mest, ofschoon ongemerkt, na zich sleept.

Het ware te wenschen, dat vele landbouwers omtrent het groote nut van de ammoniak voor den grond en de planten waren ingelicht, en daardoor konden worden overtuigd van de gebrekkige wijze, waarop zij den mest en de aalt bewaren en van de belangrijke nadeelen, die zij zich door eene waarlijk roekelooze verkwisting van die kostbare stof berokkenen. Wij gelooven dat het daarom zeer nuttig zal zijn, onze pogingen aan te wenden, om den lezer hieromtrent het een en ander mede te deelen, opdat hij daardoor eenigzins het gewigt van de ammoniak voor den plantengroei begrijpe, en leere, waarop eene goede behandeling van den mest en vooral het bewaren van de ammoniak zijn gegrond. In een der latere hoofdstukken zal hierbij uitvoerig worden stilgestaan.

De ammoniak in verdunden toestand is elken landbouwer eenigzins bekend; de prikkelende reuk van rottende pis is, zooals wij

boven reeds zeiden, grootendeels van ammoniak afkomstig. Nog veel sterker is deze reuk bij de zuivere, niet met lucht vermengde ammoniak, en wel in die mate, dat zij de longen hevig aandoet en bij sterke inademing zelfs ongelukken en den dood kan ten gevolge hebben. Ofschoon zij met veel lucht verdund, niet dadelijk zoo sterk werkt en dan bij de inademing voor het oogenblik geen merkbaren invloed op de gezondheid uitoefent, zoo moet toch de inademing van sterk ammoniakhoudende lucht op den duur op de longen nadeelig werken en daardoor eene storing in den gewonen toestand van het ligchaam ten gevolge hebben. Het is ook daarom den veehouder zeer aan te bevelen, om in zijne stallen gedurig voor verversching van lucht en voor eene goede afvoering van de vloeibare uitwerpselen zorg te dragen; want wordt hiervoor niet gezorgd, zoo moet de ammoniak, die zich door de rotting van de pis ontwikkelt, noodzakelijk voor het vee schadelijk zijn en tot ziekte aanleiding geven.

Eene bijzondere eigenschap van de ammoniak is hare groote oplosbaarheid in water, waarvan men zich door de volgende proef zeer gemakkelijk kan overtuigen. Men verhitte (zie Fig. 7) in een glazen toestel *a* een mengsel van 1 deel kalk met 2 deelen salmiak; daarbij ontwikkelt zich eene sterk riekende, kleurlooze luchtsoort, namelijk ammoniak (ook vliegende geest genoemd), die door eene aan den toestel *a* bevestigde buis *b* ontwijkt, Brengt men deze buis onder water en laat men de luchtbellen in een met water gevuld glas *c* opstijgen, zoo zullen deze spoedig verdwijnen en geheel worden opgelost, terwijl het water den reuk en den smaak van de ammoniak aanneemt; men kan op die wijze in één maat water bij eene middelmatige zomerwarmte 450 maten ammoniaklucht oplossen. Verwarmt men de verkregene vloeistof, zoo vervliegt de ammoniak weder; en hetzelfde gebeurt, wanneer men de oplossing in eene opene schaal aan zich zelve overlaat, vooral wanneer die door de zon wordt beschenen.

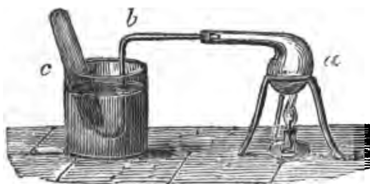


Fig. 7.

Zoo als wij reeds boven aanmerkten, bevat de oude mest en vooral de gerotte pis eene zekere hoeveelheid ammoniak, met koolzuur verbonden; daar nu deze stof, even als de zuivere ammoniak, vlugtig is en uit hare oplossing in water gemakkelijk vervliegt, zoo zal iedereen ligt inzien, dat door eene zorgelooze behandeling van den

mest veel van die kostbare stof kan verloren gaan. Laat men den mesthoop en vooral de vloeibare uitwerpselen in de opene lucht staan, zoo gaat er eensdeels door vrijwillige verdamping, vooral onder den invloed der zonnewarmte, veel in de lucht verloren en anderdeels worden door den regen de ammoniakhoudende stoffen opgelost en in den grond gevoerd, zoo deze niet met steenen, cement, digte klei of eenige dergelijke ondoordringbare zelfstandigheid is geplaveid.

Een landbouwer, die zijne zaken wezenlijk ter harte neemt, dient op deze omstandigheden wel te letten en zooveel mogelijk voor eene goede bewaring van de ammoniak van den mest te zorgen. Daartoe kan hij een paar zeer eenvoudige middelen bij de hand nemen, die wij hier met korte woorden willen mededeelen en waarop wij later bij de behandeling van den mest zullen terugkomen. Vooreerst kan men met zeer veel vrucht den mesthoop met plaggen of zoden bedekken (hetgeen ook reeds in vele streken van ons vaderland met veel zorg wordt gedaan), of hem met sommige poedervormige onschadelijke stoffen bestrooijen, welke de merkwaardige eigenschap hebben, luchtsoorten op te nemen en ze als het ware vast te houden; het best daartoe zijn turfmolm, gestampte houtskool, veen, enz. Ondoelmatig is uit dit oogpunt het gebruik van zand, dat op sommige plaatsen van ons vaderland op den mesthoop wordt gebragt, zoo als in een der volgende hoofdstukken zal worden aangetoond.

Een tweede, zeer aanbevelenswaardig middel ter verbetering van den mest, is het volgende; men voege bij den mest, en bij de aalt of gier, die ammoniak bevat, zoolang geest van zout (zoutzuur) of wel vitrioololie, met water verdund, totdat de sterk prikkelende reuk verdwenen of nog slechts even bemerkbaar is; men zal dan van het verdampen der ammoniak verder geen last hebben en de mest zal daardoor aan deugdelijkheid winnen. Deze bewerking steunt op het volgende beginsel: de ammoniak heeft de eigenschap, zich met zure stoffen te verbinden; dat is met eene reeks van stoffen, die bij een' zeer zuren en bijtenden smaak, bijtende eigenschappen bezitten, en onder anderen ook die, van het blaauwe lakmoesaftreksel rood te kleuren; tot deze stoffen behooren de azijn, de vitrioololie, het zoutzuur (of geest van zout), het sterkwater, enz. [1])

---

[1]) Men wachte zich wel, om zich van den smaak dezer zuren te overtuigen, dan na ze met eene zeer groote hoeveelheid water te hebben verdund; omdat sommigen daarvan, zooals de vitrioololie, het sterk water en het zoutzuur, in sterken toestand zeer vergiftig zijn en de tong zouden verbranden.

Bij die verbinding verliest de ammoniak hare groote vlugtigheid en vormt met de zuren nieuwe stoffen, die in droogen toestand veel op fijn keukenzout gelijken, en daarenboven nog vele eigenschappen daarvan bezitten, waarom men ze met den algemeenen naam van ammoniakzouten heeft bestempeld. Wij zullen later gelegenheid hebben aan te toonen, dat er behalve deze ammoniakzouten nog een groot aantal andere zoutsoorten of zouten bestaan, die zeer verschillende eigenschappen bezitten en ook voor den landbouwer van veel belang zijn. De zouten nu, die op die wijze door de vereeniging van ammoniak met zuren ontstaan, zijn doorgaans bij de gewone warmte der lucht niet vlugtig en verspreiden ook volstrekt geen reuk. Voegt men dus bij den mest vitrioololie of zoutzuur, zoo verhindert men het ontwijken van het *drijvende* gedeelte daarvan ten eenenmale. Daarbij komt nog, dat de zure stoffen, die wij zooeven opnoemden, wel verre van schadelijk te zijn, juist voor den groei der planten noodig zijn, en dus wezenlijk ter verbetering van den mest bijdragen; zij zijn op zich zelf wel bijtend en scherp, maar verliezen dadelijk die eigenschap, zoodra men ze met ammoniak vereenigt. Het spreekt evenwel van zelf, dat men moet zorgen, niet te veel zuur te gebruiken, omdat een overmaat daarvan schadelijk op de planten werken zou.

Tot goed begrip van de zaak en tot geruststelling van elken zuinigen en verstandigen landbouwer moeten wij hier nog bijvoegen, dat de ammoniak zelve door de bijvoeging van het zuur niet wordt *vernietigd* of *weggenomen*, maar zich alleenlijk daarmede tot eene reukelooze stof verbindt; iets waarvan iedereen zich gemakkelijk op de volgende wijze kan overtuigen. Men voege bij een weinig gerotte pis allengskens een weinig zoutzuur of vitrioololie, totdat de scherpe reuk is verdwenen; alsdan roere men onder de vloeistof een weinig *bijtenden* of *levenden* kalk; de reuk van de ammoniak zal nu weêr terstond te voorschijn komen, een bewijs, dat die stof wel in de pis voorhanden was, maar zich, als ware het, schuil hield; de kalk, dien men bij de vloeistof voegt, heeft de eigenschap, om het zuur van de ammoniak af te nemen en er zich meê te vereenigen, zoodat deze laatste stof weêr vrij en dadelijk door den reuk bemerkbaar wordt. Het is daarom, zoo als wij later nader zullen aantoonen, ook verkeerd, om korten d. i. ouden mest met kalk te mengen en dit mengsel ter bemesting aan te wenden; want daardoor verliest men juist het beste gedeelte van den mest.

Wij kunnen nu van de behandeling der ammoniak gevoegelijk

afstappen; wij gelooven dat het daaromtrent gezegde voldoende zal wezen, om den landbouwer te overtuigen van het voordeel, dat eene zorgvuldige bewaring van den mest medebrengt. Er schiet ons echter nog over, den lezer mede te deelen, dat de ammoniak, even als het koolzuur, eene zamengestelde stof is, en wel uit twee luchtvormige stoffen, namelijk *stikstof* en *waterstof*, bestaat; eerstgenoemde luchtsoort is ons uit het reeds verhandelde bekend; laatstgenoemde is eene luchtsoort, die een bestanddeel van het water uitmaakt, en die wij in het volgende hoofdstuk nader zullen leeren kennen. Deze zamenstelling is van veel belang voor het begrip van de voeding der planten; wij zullen namelijk later aantoonen, dat de planten ook stikstof en waterstof bevatten; daar nu deze beide stoffen de bestanddeelen der ammoniak uitmaken, zoo kunnen wij reeds nu inzien, dat de ammoniak, door de planten opgenomen en in haar ligchaam overgaande, noodzakelijk moet strekken, om tot haren opbouw mede te werken.

Waterdamp. Wanneer wij een schoteltje met water aan de lucht laten staan, dan zal dit laatste, vooral bij eene groote warmte, spoedig verdampen en het schoteltje zal ten laatste geheel leêg terugblijven. Het water is niet verloren gegaan, maar luchtvormig geworden en heeft zich als luchtsoort onder de andere bestanddeelen van den dampkring gemengd. Daar nu altijd bijna over de geheele vlakte van den aardbodem gelegenheid is tot de verdamping van water, zoo zal het ons niet verwonderen, dat men in de lucht altijd eene zekere hoeveelheid waterdamp (luchtvormig water) aantreft. Deze hoeveelheid is van vele omstandigheden, maar vooral van den warmtegraad der lucht afhankelijk, en over het algemeen tamelijk veranderlijk.

Dat er altijd eene zekere hoeveelheid waterdamp in de lucht is, kan men zeer ligt bemerken aan het vochtig worden van sommige oorspronkelijk drooge stoffen, wanneer zij aan de lucht worden blootgesteld: dit is b. v. bij droog grof keukenzout eenigermate waar te nemen, hetwelk aan de lucht reeds spoedig een natachtig voorkomen vertoont en ook door het opnemen van water uit de lucht aan gewigt toeneemt.

In beslotene vertrekken, waar eenige menschen bij elkander zijn, en waarin door de ademhaling en uitwaseming veel waterdamp in de lucht komt, kan men de aanwezigheid daarvan gemakkelijk aantoonen, door het beslaan van de koude glasruiten of wel van andere koude voorwerpen, die eensklaps in het vertrek worden gebragt. (b. v. eene flesch met water).

Wat nu aangaat de nuttigheid van dit water in de lucht, niemand zal ze in twijfel trekken, wanneer hij slechts de gunstige uitwerking nagaat, die eene vochtige lucht op den groei van vele gewassen uitoefent en opmerkt, hoe eene geheel drooge lucht integendeel eene schraalheid in den plantengroei teweeg brengt. Wij willen hierover nu niet verder uitweiden, daar wij in een volgend hoofdstuk juist over het water zullen handelen, en wij zouden hier dit gedeelte kunnen besluiten, maar willen den lezer nog met een kort woord terugwijzen op hetgeen wij daarin hebben behandeld, en vooral op de rol, die elk der bestanddeelen van de lucht in de huishouding der natuur vervult.

Wij hebben uit het bovenstaande gezien, welke de gewone bestanddeelen der lucht zijn, en kunnen opmerken, dat geen dezer bestanddeelen nutteloos, sommigen zelfs noodzakelijk voor het onderhoud van planten en dieren mogen genoemd worden, zoodat de kennis daarvan voor den wetenschappelijken landbouwer onmisbaar is. De zuurstof onderhoudt de ademhaling der dieren en speelt eene gewigtige rol bij de verandering van plantaardige en dierlijke stoffen, zoowel binnen als buiten den invloed van het leven. Het koolzuur, de ammoniak en de waterdamp zijn belangrijk, omdat zij krachtig medewerken tot den opbouw van het plantenrijk en voor vele gewassen eene voorname bron van voedsel opleveren. En de stikstof, ofschoon deze niet zoo werkzaam schijnt deel te nemen aan de opbouwing van het plantenrijk, zoo is zij toch nuttig, omdat zij de werking van de zuurstof matigt en haren te sterken invloed op de ademhaling en de verbranding te keer gaat.

A. C. Oudemans, Jr.

II.

HET WATER.

Over de geheele aarde is eene vloeistof verspreid, die voor het leven van planten en dieren onmisbaar is, die de oorzaak is van de gedurige veranderingen van den grond en met de vruchtbaarheid daarvan zeer naauw zamenhangt. Die vloeistof is het water, dat in de verschillende toestanden, waarin het op onzen aardbol wordt aangetroffen, eene veelzijdige werking op den grond en de levende natuur uitoefent.

Van hoeveel belang de juiste kennis van die vloeistof voor den wetenschappelijken landbouwer is, zal hier niet vooraf behoeven uiteen gezet te worden; wij vertrouwen, dat ieder verstandig landman door de ondervinding genoeg van den gewigtigen invloed van het water op den plantengroei overtuigd zal zijn, om volkomen te beseffen, dat het hem alleen tot nut en voordeel kan strekken, om eene stof nader te leeren kennen, welke, in behoorlijke hoeveelheid ten allen tijde aanwezig, eene bron van vruchtbaarheid voor het land zal wezen, maar ook, bij te grooten overvloed, de onvruchtbaarheid daarvan kan ten gevolge hebben. Daardoor toch zal hij zich eerst volkomen rekenschap kunnen geven van de krachtige werking, die het water somtijds op den groei der gewassen kan uitoefenen en leeren inzien, welke groote voordeelen door hem onder sommige omstandigheden, door de aanwending van het water als bemestend middel, kunnen verkregen worden, maar tevens, hoe hij het water kan meester worden en verwijderen, wanneer het zijne landerijen uitmergelt en die met onvruchtbaarheid en ondergang bedreigt.

Ieder landbouwer weet bij ondervinding, dat de verschillende watersoorten, die wij kennen, in smaak, kleur en andere eigenschappen, uitermate kunnen verschillen en ook eenen zeer uiteenloopenden invloed op den grond en den plantengroei kunnen uit-

oefenen; het eene water immers oefent somtijds een' zeer gunstigen invloed op den grond uit, terwijl het andere daarentegen, wel verre van tot de vruchtbaarheid van den bodem mede te werken, dien somtijds tegengaat en eene zekere schraalheid in den plantengroei te weeg brengt. Ziedaar eene zaak, die reeds in overoude tijden bekend was, maar waarvan men de oorzaak niet kon opgeven; het eenige, wat men er van wist, was dit, dat het water verschillend was, naarmate de grond, waarover het had gestroomd, andere stoffen bevatte. Tegenwoordig is men zoo ver, dat men daarvan de juiste oorzaak in al hare bijzonderheden kent en deze schijnbaar zoo zonderlinge zaak uit een zeer eenvoudig beginsel weet af te leiden.

De volgende eenvoudige proef kan strekken, om ons daaromtrent volkomen in te lichten.

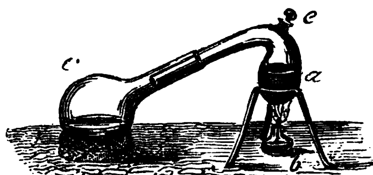


Fig. 8.

In nevensstaande figuur (Fig. 8) ziet men een' glazen toestel afgebeeld, bestaande uit twee gedeelten, welke in elkander kunnen geschoven worden. Wanneer men in het eene gedeelte *a* door middel van den tuit *e* gewoon welwater giet en dit door middel van een lampje *b* of eene kool vuur aan het koken brengt, dan zal men spoedig bemerken, dat er droppels tegen den wand van den toestel aanslaan, die zich in den bol *c* als eene heldere doorschijnende vloeistof verzamelen. Heeft het koken eenigen tijd geduurd, zoo zal men meestal het water in den toestel *a* troebel zien worden, en gaat men voort dit te verwarmen, zoo zal ten laatste al het vloeibare gedeelte van het water in *c* zijn overgegaan en men zal op den bodem en tegen de wanden van den toestel *a*, eene geringe hoeveelheid van eene witte of grijze aardachtige stof overhouden. Hetzelfde nu zal gebeuren bij het koken en verdampen van alle ons bekende watersoorten; het heldere vocht, dat zich daarbij in den bol *c* verzamelt, zal altijd denzelfden smaak en dezelfde eigenschappen bezitten; maar de stoffen, die in den toestel *a* terugblijven, zullen zoowel in hoeveelheid als ten opzigte van haren aard, zeer veel van elkander verschillen. De vaste stoffen, die bij het verdampen en het koken van water terugblijven, maken den zoogenaamden *ketelsteen* uit, dien men vooral in ketels aantreft, waarin langen tijd water is gekookt, en die daarin allengs een vrij dik aardachtig beslag vormen.

Gaan wij na, wat er eigenlijk bij de zoo even beschrevene proef gebeurt, dan zal het dadelijk in het oog vallen, dat bij de verdamping van gewoon water, slechts één gedeelte vervliegt, terwijl een ander gedeelte terugblijft; het vlugtige deel is het eigenlijke zuivere water, dat somtijds nog slechts een weinig lucht houdt opgelost, maar bij verdamping niets achterlaat; daar nu dit zuivere water altijd dezelfde eigenschappen vertoont, hetzij het uit zee-, regen- of welwater is bereid, zoo moet het verschil der watersoorten wel in den aard en de hoeveelheid der bijgemengde vaste stoffen gezocht worden; en dit zal zeker niemand vreemd voorkomen, wanneer hij slechts nagaat, hoezeer *de hoeveelheid* van die vaste stoffen in de verschillende waters uiteenloopt, zonder nog te spreken van *den aard* dier stoffen, welke wij voor als nog buiten rekening willen laten. Men kan dat verschil onder anderen opmaken uit de volgende opgave, waarin wij nevens elkander hebben geplaatst de hoeveelheid vaste stof, die in 100,000 Ned. ponden van verschillende watersoorten worden aangetroffen:

100,000 ℔	Regenwater,	....	bevatten	2—5 ℔	vaste stof.
"	Rivierwater,	uit den Rijn te Arnhem	"	16	"
		uit de Maas te Grave	"	13	"
"	Welwater,	(uit eene pomp te Leiden)	"	100	"
"	Zeewater,	(uit de Noordzee)........	"	3440	"

Wat nu aangaat den aard en de hoedanigheid dezer vaste stoffen en haar nut voor den plantengroei, wij zullen daarop later terugkomen; voor het oogenblik zij het genoeg, hier mede te deelen, dat zij dezelfde zijn als die, welke in het onverbrandbare deel der planten en van den grond worden aangetroffen, dat zij voor eene volkomene ontwikkeling der planten onmisbaar zijn en dus, evenzeer als het eigenlijke zuivere water, tot den opbouw daarvan krachtig kunnen medewerken.

Alvorens omtrent deze en andere onderwerpen in beschouwingen te treden, willen wij eerst de zamenstelling en de eigenschappen van het zuivere water nagaan, en wel voornamelijk met betrekking tot de rol, die het in de huishouding der natuur vervult.

Uit de proef, die wij op de vorige bladzijden hebben beschreven, is ons reeds gebleken, dat het water, hetwelk men door verdigting van waterdamp verkrijgt, alleen nog eene kleine hoeveelheid lucht opgelost bevat; deze kan daaruit gemakkelijk door koking spoedig worden verdreven en de vloeistof, die men dan overhoudt, mag als zuiver water worden beschouwd. In vroegeren tijd hield

men dit water, en zelfs het water in het algemeen voor eene grondstof, omdat het zoo algemeen door de natuur is verspreid en daarin eene zoo gewigtige plaats bekleedt; doch latere onderzoekingen hebben geleerd, dat zulks het geval niet is, maar dat integendeel het zuivere water bestaat uit twee grondstoffen, die wij, elke afzonderlijk, alleen als luchtsoorten kennen, namelijk uit zuurstof en waterstof. Inderdaad iets zeer zonderlings, dat zeker velen vreemd en ongeloofelijk zal toeschijnen en toch zeer gemakkelijk door de volgende eenvoudige proef kan worden aangetoond.

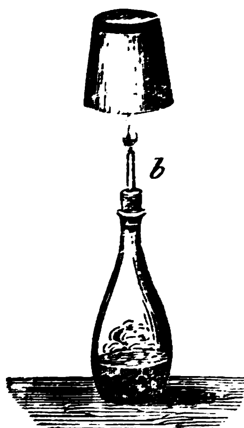


Fig. 9.

Men vulle eene ledige flesch voor een gedeelte met zink of ijzervijlsel en water (½ lood zink of ijzervijlsel en 5 lood water) en voege daarbij allengskens een weinig vitrioololie (in het geheel 1 lood), terwijl men na elke bijvoeging de flesch goed schudt. Men zal dadelijk onder hevige opbruisching eene kleurlooze luchtsoort zien ontwikkelen, namelijk de zoogenoemde *waterstoflucht* of *waterstof;* men sluit dan de flesch met eene doorboorde kurk, waarin men een goed sluitend glazen buisje of eenen pijpensteel heeft gestoken (*b* in Fig. 9). Nadat nu de waterstof zich gedurende een paar minuten goed heeft ontwikkeld,[1]) brengt men een' brandenden zwavelstok aan het uiteinde van den pijpensteel; de waterstof, die daaruit stroomt, zal nu dadelijk worden ontstoken en men zal eene kleine naauwelijks lichtende vlam ontwaren: wanneer men nu verder boven deze vlam een omgekeerd bierglas houdt (zie Fig. 9) zoo zal men dit weldra van binnen zien beslaan en ten laatste heldere droppels daarvan zien afvloeijen; deze droppels zijn zuiver water, dat door de verbranding van de waterstof is ontstaan, ten gevolge van de hitte der vlam is verdampt en zich tegen de koude wanden van het glas heeft afgezet.

Daar nu de verbranding van eenig ligchaam, volgens hetgeen in

1) Bij het uitvoeren dezer proef moet groote voorzigtigheid worden in acht genomen; wanneer men de waterstof niet lang genoeg heeft laten ontwikkelen, voor dat men ze aansteekt en daarbij nog veel dampkringslucht in de flesch is gemengd, zoo kan bij het aansteken van meergemelde gassoort, eene geweldige ontploffing plaats hebben, die voor de omstanders gevaarlijk kan zijn.

het vorige hoofdstuk is gezegd geworden (zie blz. 11), alleen bestaat in eene vereeniging van een brandbaar ligchaam met zuurstof, zoo blijkt uit de proef, dat door de verbinding van zuurstof en waterstof water ontstaat,[1]) en dat dus omgekeerd het water uit genoemde twee luchtsoorten is zamengesteld.[2]) Mengt men waterstof met zuurstof in zekere verhouding onder elkander, zoo verkrijgt men geen water, want deze luchtsoorten verbinden zich onder die omstandigheid niet met elkander, maar de aanraking met een brandend voorwerp is voldoende, om de vereeniging in een ondeelbaar oogenblik te doen plaats grijpen, die dan met eene geweldige, somtijds gevaarlijke ontploffing gepaard gaat. Men kan de zamenstelling van het zuivere water ook nog op eene andere wijze aantoonen, namelijk door het in zijne bestanddeelen te scheiden; de beschrijving dezer proeven zoude ons evenwel te ver van ons onderwerp afvoeren, en wij zullen ze daarom hier achterwege laten en liever tot de beschouwing van de eigenschappen van het water overgaan.

Het is iedereen bekend, dat het water niet altijd vloeibaar is, maar door strenge koude bevriest en vast wordt, terwijl het door verhitting in damp overgaat. In die verschillende toestanden is het evenwel nog altijd dezelfde stof gebleven, want verwarmt men het ijs en koelt men den waterdamp af, zoo verkrijgt men in beide gevallen weêr vloeibaar water terug. Bij den overgang van den vloeibaren in den vasten toestand van het water is iets zeer merkwaardigs op te merken, dat ons op nieuw doet verwonderd staan over de schoone inrigting van al het geschapene, en over het treffende verband, dat tusschen de voorwerpen der natuur bestaat.

Even als alle andere stoffen namelijk, zet zich ook het water door de warmte uit, terwijl het door de koude inkrimpt; het water verschilt evenwel hierin van vele andere vloeistoffen, dat de inkrimping bij het kouder worden niet steeds blijft voortgaan; want is de warmte van het water tot op 4 graden van de honderddeelige schaal gezakt,[3])

---

[1]) Wij herinneren den lezer, dat de lucht voor één vijfde uit zuurstof bestaat, en dat alzoo door de lucht de zuurstof wordt geleverd, waarmede zich de waterstof bij de verbranding vereenigt.

[2]) De waterstof heeft juist daarvan haren naam verkregen, dat zij een' der bestanddeelen van het water uitmaakt.

[3]) Om de warmte van eene vloeistof of van andere zelfstandigheden te meten, bedient men zich van een' zoogenaamden *thermometer* (dat is warmtemeter). Dit eenvoudig werktuig bestaat uit eene geslotene glazen buis, die van onderen tot

zoo heeft dit zijne grootste digtheid verkregen; wordt het nu nog kouder, zoo zet het weder uit en wordt daardoor weer ligter, tot

---

een' bol is uitgeblazen, en die bij den gewonen warmtegraad der lucht voor een gedeelte met uitgekookt kwikzilver is gevuld (Fig. 10). Verwarmt men zoodanigen toestel, zoo zet het kwikzilver zich daarin uit en komt daardoor hooger in de buis te staan, en wel zoo dat de rijzing van het kwik eene maat is van de warmte, die aan den toestel is medegedeeld. Van deze eigenschap des kwikzilvers maakt men gebruik, om dergelijke met kwik gevulde buizen tot werktuigen in te rigten, die tot het meten van eene zekere warmte kunnen dienen. Daartoe gaat men op de volgende wijze te werk. Men dompelt de met kwik gevulde buis in den damp van kokend water en teekent dan de hoogte aan, tot welke het kwikzilver stijgt; daarna brengt men den bol in smeltende sneeuw en teekent insgelijks het punt in de buis aan, waar het kwik zich dan bevindt. Men maakt nu eene lijst of schaal van papier, of beter, van metaal of porselein, bevestigt die aan de buis en teekent daarop de beide gevondene punten aan en verdeelt eindelijk de ruimte daartusschen door schrapjes in gelijke deelen. Op de honderddeelige schaal of den warmtemeter van Celsius, heeft men bij het vriespunt van het water (zijnde de warmtegraad van smeltende sneeuw) het cijfer 0 en bij het kookpunt het cijfer 100 geplaatst; de ruimte tusschen deze twee cijfers is in 100 gelijke deelen of graden verdeeld. Behalve deze honderddeelige schaal zijn nog twee andere soorten van warmtemeters in gebruik, namelijk die van Fahrenheit en die van Réaumur, aldus genoemd naar twee geleerden, die ze in gebruik hebben gebragt. Op den eersten is bij het vriespunt het cijfer 32 en bij het kookpunt het cijfer 212 geplaatst; terwijl daarmede bij den laatsten de cijfers 0 en 80 overeenkomen; de ruimte tusschen beiden is dus bij den eersten in 180 en bij den laatsten in 80 gelijke deelen verdeeld. Het onderscheid tusschen deze drie schalen wordt in Fig. 12 aanschouwelijk gemaakt.



Fig. 10.

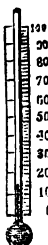


Fig. 11.

WARMTEMETER VAN

Celsius. Réaumur. Fahrenheit.

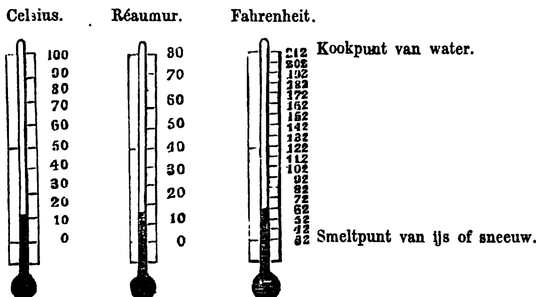


Fig. 12.

dat het ten laatste bevriest. Dit is de reden, waarom het ijs op het water drijft, eene zaak, die van het uiterste gewigt is voor de instandhouding van het leven op aarde. Immers wanneer het water deze eigenschap niet bezat en bij het kouder worden, ten gevolge van het inkrimpen, steeds zwaarder werd, dan zou dit noodzakelijk ten gevolge moeten hebben, dat het op de oppervlakte van het water gevormde ijs naar beneden zakte; daardoor zou de bovenste waterlaag op nieuw aan de lucht blootgesteld en afgekoeld worden, spoedig bevriezen, naar den bodem zakken en telkens voor de vorming van eene nieuwe ijslaag plaats maken; op die wijze zouden eindelijk, bij eene aanhoudende koude, de diepste waters geheel in éénen ijsklomp veranderd worden en het zou met het leven der waterbewoners gedaan zijn. Nu evenwel zulks het geval niet is en het eenmaal gevormde ijs op de oppervlakte van het water blijft, wordt daardoor dit laatste voor de aanraking met de lucht en eene verdere afkoeling bewaard, zoodat bij de hevigste koude de *diepe* waters slechts aan de oppervlakte met ijs zijn bedekt en daaronder nog altijd water wordt gevonden, dat voor het leven van visschen en andere waterdieren eenen genoegzamen warmtegraad bezit. (Over het *grondijs* dat slechts in bijzondere omstandigheden wordt gevormd, en op het zooeven gezegde slechts schijnbaar eene uitzondering maakt, kunnen wij hier niet nader handelen, daar het ons te ver zou doen afdwalen).

De zoo even besprokene eigenschap van het water is de oorzaak van een verschijnsel, dat u allen uit het dagelijksch leven genoeg bekend zal zijn, namelijk het barsten van flesschen, waarin water is bevroren. Door het kouder worden van het water krimpt dit in en neemt daardoor voortdurend eenen lageren stand in, tot dat het eene warmte van 4 graden heeft verkregen; nu zet het bij het kouder worden weer uit en eindelijk bevriezen de buitenste deelen van het water; de binnensten, bij het verdere uitzetten, geenen uitweg kunnende vinden, drukken zoo hevig tegen de wanden der flesch, dat deze daaronder bezwijkt.

Behalve in den vloeibaren en vasten toestand, kan het water, zoo als wij boven reeds zeiden, ook nog als damp bestaan; wij hebben daarover in het vorige hoofdstuk reeds met een enkel woord gesproken (zie blz. 23), en daarbij reeds doen opmerken, dat men in de lucht altijd eene zekere hoeveelheid waterdamp aantreft.

Van waar die waterdamp afkomstig is, valt niet moeijelijk te verklaren; immers over den geheelen aardbol is gelegenheid ter

verdamping van water, en deze heeft ten allen tijde plaats, zelfs in de strengste winters, als wanneer de ijskegels door verdamping, bij aanhoudende vorst, van de boomen verdwijnen en de sneeuw zelfs in de schaduw allengskens vermindert.

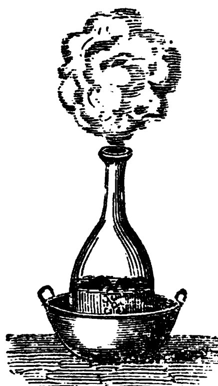
De hoeveelheid waterdamp evenwel, die in de lucht aanwezig is, kan op verschillende tijden van het jaar en den dag zeer uiteenloopen en hangt van vele omstandigheden, maar vooral van den warmtegraad der lucht, af. Bij elken warmtegraad kan namelijk de lucht slechts eene bepaalde hoeveelheid waterdamp bevatten en wel minder, maar niet meer dan deze. Deze omstandigheid is de eigenlijke oorzaak van vele verschijnselen, die wij in het dagelijksch leven gedurig kunnen gadeslaan en die wij te vergeefs zonder kennis van de natuur zouden trachten te verklaren. Een koud voorwerp, bij voorbeeld, in een warm en vochtig vertrek gebragt wordende, beslaat bijna oogenblikkelijk, omdat de lucht die het omringt, wordt afgekoeld en nu niet meer zooveel waterdamp kunnende bevatten als vroeger, een gedeelte daarvan moet loslaten, dat zich als eene verzameling van kleine droppeltjes aan het voorwerp vasthecht.

Men kan zich van deze zaak door de volgende proef eene juiste voorstelling maken: Men plaatse in een droog vertrek, buiten den zonneschijn, onder eene stolp, een schoteltje met water en late het eenige dagen staan; na dien tijd terugkomende zal men bevinden, dat het water niet merkbaar is verminderd; neemt men daarentegen de stolp weg, en wacht men weder eenige dagen, dan zal het water grootendeels verdampt en somtijds geheel verdwenen zijn. Van waar dat verschil? Waarom verdampt het water onder de klok niet geheel weg? De reden daarvan is de volgende: Wanneer de stolp over het schoteltje met water wordt gezet, dan zal dit laatste vervlugtigd worden en de lucht onder de stolp zal na eenigen tijd waterdamp bevatten; maar dit verdampen zal niet altijd kunnen voortduren, want reeds zeer spoedig heeft de omringende lucht onder de stolp zooveel waterdamp opgenomen, als zij bij den warmtegraad van het vertrek ten hoogste kan bevatten; *zij is*, zoo als men het uitdrukt, *met waterdamp verzadigd;* neemt men evenwel de stolp weg, zoo kan de lucht van het drooge vertrek nog veel meer waterdamp opnemen, en daarom zal men in weinige dagen het schoteltje ledig terugvinden. [1]) Hoe warmer nu de lucht is onder de stolp, hoe

---

1) Wij leeren hieruit tevens, waarom verversching van lucht, togt en wind de verdamping, (b. v. van het water in natte kleederen) zoo zeer bevorderen. Immers

meer waterdamp zij zal kunnen bevatten. Heb ik dus b. v. de stolp over het schoteltje met water des winters in een koud vertrek geplaatst, dan zal de lucht na eenigen tijd eene zekere hoeveelheid waterdamp hebben opgenomen; ga ik nu in dat vertrek stoken, dan zal de lucht daarin warmer worden en daardoor zal van het water nu nog een klein weinig meer kunnen verdampen. Wat zal er echter gebeuren, wanneer de lucht weêr kouder wordt? Dan zal zij noodzakelijk weêr een weinig waterdamp moeten laten varen en daar deze niet meer als damp kan blijven bestaan, zal hij als water worden verdigt. Is die afkoeling tamelijk groot en heeft zij plotseling plaats, zoo geschiedt deze verdigting op eene eigenaardige wijze: er worden namelijk eerst zeer kleine waterblaasjes gevormd, die met lucht zijn gevuld en eene soort van nevel vormen; weldra vereenigen zich deze tot droppeltjes en ten laatste vallen ze neêr of slaan tegen de wanden der omringende koude voorwerpen aan. De vorming van deze blaasjes kan men zeer gemakkelijk op de volgende wijze waarnemen. Men legt op den bodem van een ijzeren of steenen pot eene laag zand en plaatst daarin een gewoon medicijnfleschje, dat voor een gedeelte met water is gevuld: men verhit nu den pot zoolang tot dat het water hard kookt en men zal nu zeer gemakkelijk kunnen zien, dat de waterdamp of stoom, zoolang hij den hals der flesch nog niet heeft verlaten, wezenlijk onzigtbaar is, maar dadelijk eenen nevel of zoogenaamden *wasem* vormt, wanneer hij met de koude lucht in aanraking komt.


Fig. 13.

Wat men nu bij deze laatste proef in het klein ziet, geschiedt bij den dauw en den mist in het groot. Wanneer op een' schoonen zomerdag de zon eene aanzienlijke hoeveelheid water heeft doen verdampen en de lucht na zonsondergang helder blijft, dan worden de grond en de daarop groeijende planten zeer snel afgekoeld. Deze afkoeling heeft ook het plotseling koud worden van de lagere luchtdeeltjes ten gevolge, en daardoor moet zich een gedeelte van den door de lucht opgenomen waterdamp in den vorm van wasem

door den wind wordt de vochtige, met waterdamp verzadigde lucht telkens weggenomen en droogere lucht daarvoor in de plaats gebragt, die telkens eene nieuwe hoeveelheid water als damp medeneemt en de beletselen wegruimt, welke de verdamping tegenwerken.

verdigten en tegen den kouden grond of de daarop groeijende gewassen aanslaan. Evenzoo wordt bij een sterken mist een gedeelte van den waterdamp der lucht afgezonderd, wanneer eensklaps eene koude luchtstroom onder warme lucht wordt vermengd, die met waterdamp is verzadigd. Ook de regenwolken moeten geheel tot dat verschijnsel worden teruggebragt, zij bestaan eveneens uit dergelijke waterblaasjes, en zijn in dat opzigt volkomen met den dauw of mist gelijk te stellen, met dit onderscheid, dat de eersten in de hoogere streken van het luchtruim zweven, terwijl de laatsten de aarde onmiddellijk bedekken. Dat dit wezenlijk zoo is, blijkt uit de ervaring van reizigers, die hooge bergen hebben beklommen; wanneer deze op eene hoogte waren gekomen, waar zich wolken bevonden, bemerkten zij daarvan niets bijzonders, dan alleen, dat zij in een dikken vochtigen mist waren gehuld, terwijl diezelfde mist, van eene lagere streek gezien, het fraaije witte voorkomen had, dat de wolken zoo sierlijk tegen den blaauwen hemel doet afsteken.

Velen onzer lezers zullen zich misschien weleens hebben verwonderd, dat deze wolken zoo hoog in de lucht blijven zweven en misschien nog twijfelen, of de wolken wezenlijk uit waterblaasjes bestaan. Immers, daar het water veel zwaarder is dan de lucht, moesten de wolken, indien zij werkelijk uit lucht en water bestonden, naar beneden zakken en eindelijk op de aarde te land komen.

Deze redenering is in zeker opzigt juist, en toch kan men de wolken niet op onze aarde zien neêrdalen; want de blaasjes, waaruit de wolken bestaan, worden in de hoogere streken van de lucht, ten gevolge van de daar heerschende koude, gevormd, en kunnen ook slechts bij eenen zekeren graad van koude blijven bestaan; zakken zij nu naar beneden, zoo ontmoeten zij weldra warmere lucht, die meer waterdamp kan bevatten dan de daarboven zich bevindende; zij worden daardoor opgelost en in onzigtbaren waterdamp veranderd. Op die wijze vermindert eene wolk voortdurend aan hare benedenvlakte, omdat hare deelen, onder het nederdalen, als ware het tot luchtvormig water wegsmelten; maar intusschen groeijen zij voortdurend aan de bovenzijde, door de vorming van nieuwe waterblaasjes aan en zoo schijnt de wolk geene verandering te ondergaan en in de lucht te blijven zweven.

Wanneer door voortdurende verdigting van waterdamp tot waterblaasjes, de regenwolken grooter en zwaarder worden en in elkander vloeijen, dan vormen zij droppels, die onder het vallen aangroeijen en ten laatste als regen op de aarde nederdalen.

Op eene dergelijke wijze worden insgelijks de sneeuw en de hagel gevormd; wanneer namelijk de warmtegraad der lucht op de hoogte, waar zich de wolken bevinden ver onder het vriespunt ligt, dan kunnen de waterblaasjes, waarvan boven sprake was, niet meer blijven bestaan; zij bevriezen en vormen dan zeer kleine ijsnaaldjes; onder zekere omstandigheden hechten deze zich aan elkander en vormen dan de sneeuw, waaraan men met behulp van het vergrootglas gemakkelijk de prachtige en sierlijke figuren kan onderscheiden, die door de aaneenvoeging der ijsnaaldjes ontstaan. Onder andere omstandigheden evenwel groeijen deze ijsnaaldjes tot min of meer ronde hagelkorrels aan, die somtijds eene aanmerkelijke grootte kunnen bereiken en dan voor den landman eene zoo vreesselijke plaag zijn en hem in zijne hoop op een' schoonen oogst somtijds zoo droevig kunnen teleurstellen.

Zoo zien wij dan uit al hetgeen hierboven is gezegd, hoe het water eene altijddurende verplaatsing ondergaat en telkens door de verdamping van de oppervlakte der aarde verwijderd wordende, ten laatste weder als regen, sneeuw of hagel daarop terugkeert, om op nieuw naar de hoogere streken der lucht te worden overgebragt. Inderdaad eene schoone inrigting der natuur, waardoor het water het middel wordt, dat de lucht gedurig van allerlei vreemde stoffen zuivert en deze aan den grond toevoert, waar zij eenen krachtigen invloed op den plantengroei te weeg brengen en daarin als ware het een nieuw leven te voorschijn roepen. — Maar de rol, die deze onschatbare vloeistof ten dien opzigte vervult, is te belangrijk, dan dat wij daarbij niet opzettelijk zouden stilstaan en wij willen daarom de veranderingen nagaan, die het water op zijn weg door de lucht en den grond ondergaat; ten einde daaruit het ontstaan der verschillende ons bekende watersoorten af te leiden.

Zoolang het water nog in den vorm van wolken boven onze aarde zwevende wordt gehouden, kan het nagenoeg als zuiver worden beschouwd; immers de waterdampen, die van de aarde opstijgen, kunnen geene vaste stoffen medenemen en hoogstens een weinig lucht bevatten. Geheel anders is het daarentegen gesteld, wanneer het als regen, sneeuw of hagel weder op den grond nederdaalt; want in de lucht zijn behalve koolzuur, ammoniak en andere in water oplosbare luchtsoorten, ook vaste stoffen in kleine hoeveelheid voorhanden, die, door den wind van de aarde opgenomen, in de lucht, tot ver boven hare oppervlakte, zwevende worden gehouden. Wanneer nu regen, hagel en sneeuw onder het vallen door de

lucht met deze stoffen in aanraking komen, kan het niet anders of zij moeten daarvan iets opnemen; het regen-, sneeuw- of hagelwater kan dus nooit geheel zuiver zijn, maar bevat altijd luchtsoorten uit den dampkring en vaste stoffen, in geringe hoeveelheid. Hetzelfde is het geval met *alle* andere wateren uit de natuur; zij bevatten, zoo als wij later zullen opmerken, vaste stoffen en luchtsoorten; [1]) wanneer men dan ook water, hetzij uit de zee, hetzij uit eene rivier of eenen regenbak verhit, dan zal men, nog voor dat het kookt, luchtbellen zien ontwikkelen; deze zijn niets anders dan de zuurstof, de stikstof en het koolzuur, die in het water waren opgelost en door de hitte daaruit weder worden verjaagd. Deze opgeloste luchtsoorten zijn van het uiterste gewigt voor het leven van planten en dieren. Het leven der visschen en andere waterdieren ware onmogelijk, zoo niet het water de zuurstof opgelost bevatte, die voor de ademhaling dezer dieren onmisbaar is. En wat het plantenrijk aangaat, wij zullen later meermalen in de gelegenheid zijn, op te merken, hoezeer de in het water opgeloste luchtsoorten tot den opbouw daarvan kunnen bijdragen.

Wanneer nu het water eenmaal als regen op den grond is gevallen of door smelting van sneeuw of hagel is ontstaan, dan verzamelt het zich hier of daar in of op den grond en lost dan op zijn' weg eenige bestanddeelen daaruit op, waarvan de hoeveelheid en de geaardheid zeer verschillend kan zijn, naar den aard en de ligging van den bodem.

In bergachtige landstreken, waar de grond nu eens steil is opgerigt, dan weder eene zachte glooijing of eene vlakke ligging aanbiedt, dringt een gedeelte van het water in den grond door, maar een ander gedeelte vloeit van de helling der bergen af en verzamelt zich in de lager gelegene plaatsen, en, daar deze bergen meestal uit een zeer vast en ondoordringbaar gesteente bestaan, zoo zal het daarvan afkomende water nog slechts weinig verandering hebben ondergaan. Bij dit water voegt zich dat, hetwelk door het smelten

---

1) Zoo als wij reeds op blz. 20 vermeldden, kan 1 maat water ongeveer 450 maten ammoniak oplossen; het koolzuur kan slechts in veel geringere mate worden opgelost; 1 maat water neemt daarvan onder gewone omstandigheden slechts 1 maat op, terwijl men om 1 maat zuurstof op te lossen, 20 maten water behoeft. Wij zullen hier wel niet behoeven te verzekeren, dat het regenwater op verre na niet met die luchtsoorten verzadigd is; immers daar de lucht slechts eene uiterst kleine hoeveelheid ammoniak en koolzuur bevat, zal de regen daarvan slechts sporen kunnen oplossen.

van de sneeuw der bergtoppen en door de gedeeltelijke ontdooijing der ijsvelden ontstaat [1]), en deze watermassa vormt nu aan den voet der bergen beken, die zich weldra tot grootere stroomen vereenigen en rivieren vormen, die somtijds uitgestrekte landen doorloopen en zich ten laatste in de zee uitstorten. Zoo ontspringt b. v. de Rijn in Zwitserland uit het Alpengebergte, vloeit door een aanzienlijk gedeelte van Duitschland en begeeft zich van daar tot ons, doorloopt ons vaderland in de breedte, en ontlast zich eindelijk in de Noordzee.

Op dezen langen togt kunnen de rivieren van den grond, waarover zij stroomen, vaste stoffen oplossen, maar daartoe bepaalt zich hare werking niet; want behalve de wezenlijk in water opgeloste stoffen, brengen zij naar de lager gelegene plaatsen gedurig grootere of kleine aarddeeltjes mede, die in het water aanvankelijk door den snellen stroom zwevende worden gehouden, maar allengs, waar deze minder sterk wordt, naar den bodem zakken en wel zooveel te eerder, hoe grooter en zwaarder zij zijn, en ten laatste aanmerkelijke aardlagen kunnen vormen. Op die wijze heeft de Rijn ons vaderland vroeger met een vruchtbaar slib verrijkt, dat van hooger gelegene streken was afgespoeld. Bovendien neemt het rivierwater uit steden en andere bewoonde plaatsen, die het doorloopt, nog eene zekere hoeveelheid van plantaardige of dierlijke stoffen mede, welke kunnen strekken tot vermeerdering der vruchtbaarheid van die landen, waarover ze bij wijze van bevloeijing zich uitstorten.

In de vlakkere streken der aarde, zoo als b. v. in ons vaderland, waar geene bergen worden aangetroffen en de bovengrond het water gemakkelijk doorlaat, kan van het ontstaan van dergelijke groote rivieren geen sprake zijn. Het water, dat als regen op den grond nederdaalt, dringt grootendeels daarin door en zakt naar de lagere deelen van den bodem, tot dat het den waterspiegel ontmoet of door eenig beletsel in zijn' weg wordt tegengehouden. Dergelijke beletselen zijn sommige moeijelijk doordringbare of ondoordringbare aardlagen, die nu eens diep onder den grond, dan weder digt onder de oppervlakte der aarde worden aangetroffen. Stuit het water op deze aardlagen af, dan zal het zich naar elders een' weg moeten zoeken; zijn de ondoordringbare lagen schuins geplaatst, dan zal het water door de aarde heen daarvan afvloeijen en hier

[2]) Wij verwijzen hier den lezer tevens naar een volgend hoofdstuk, waarin over deze ijsvelden, enz. nader zal worden gehandeld.

of daar als een beekje of eene bron te voorschijn komen; liggen zij vlak, dan zal deze afvloeijing minder gemakkelijk plaats hebben en het water zal daarop korteren of langeren tijd blijven staan, terwijl eene komvormige gedaante der zoogenaamde banken aan het water den uitweg geheel verspert, waardoor dit laatste zich meer en meer ophoopt en tot het ontstaan van moerassen aanleiding geeft.

In ons vaderland bevindt zich doorgaans op eene zekere diepte van den grond eene dergelijke moeijelijk doordringbare aardlaag en de grond, die daarboven ligt, is tot eene zekere hoogte met water gedrenkt. Boort men in dezen laatsten eene opening en belet men door kunstig aangebragte middelen, het toezakken van den grond, zoo zal zich deze opening gedeeltelijk met water vullen en op die wijze zal men eene wel verkrijgen, waaruit voortdurend overvloedig water kan worden geput, omdat de met water gedrenkte aardlaag doorgaans eene zeer groote uitgestrektheid bezit, door den regen voortdurend nat wordt gehouden en dus gemakkelijk het water kan aanvullen, dat uit de wel wordt verwijderd.

Wanneer wij nu de wijze van ontstaan van het rivierwater en het welwater goed in het oog houden, dan zal iedereen ligtelijk inzien, dat over het algemeen het welwater veel meer met de bestanddeelen van den grond is in aanraking geweest dan het rivierwater; en daarom zal dit laatste, bij overigens gelijke gesteldheid van den grond, een veel geringere hoeveelheid vaste stof opgelost houden, dan het eerste; doch ook de onderscheidene rivier- en welwaters zullen onderling in dat opzigt verschillen (zie de opgave op blz. 39) omdat de grond op verschillende plaatsen eene zeer uiteenloopende zamenstelling kan hebben.

Wat aangaat nu de geaardheid dezer vaste stoffen, wij zeiden zoo even, dat zij van den grond afkomstig waren en zij moeten dus met de bestanddeelen daarvan geheel overeenkomen; maar zij zijn ook dezelfde als die, welke men in de asch der planten aantreft; want de onverbrandbare stoffen, waaruit deze laatsten voor een gedeelte bestaan, zijn eenmaal door behulp van het water uit den grond opgelost en aan de wortels der planten toegevoerd geworden. Wij zullen die stoffen in de volgende hoofdstukken nader leeren kennen en willen ons daarom hier slechts tot eene korte aanwijzing bepalen.

De vaste zelfstandigheden, welke in het water worden aangetroffen, behooren grootendeels tot eene uitgebreide reeks van stoffen, die

men van wege hare overeenkomst in vele opzigten met het welbekende keukenzout of zout, met den algemeenen naam van *zouten* heeft bestempeld; deze ontstaan door de vereeniging van zure stoffen (zoo als vitrioololie, azijn, zoutzuur, enz.) met zekere andere zelfstandigheden, welke wij gemakshalve *zoutmakende stoffen* zullen noemen en waaronder, behalve anderen, ook potasch, soda, ammoniak, kalk, bitteraarde, kleiaarde, ijzerroest enz. behooren. Elk van deze laatstgenoemde stoffen kan zich met een zuur en omgekeerd elk zuur met een zoutmakende stof vereenigen; zoo verbindt zich de kalk met het zwavelzuur of vitrioololie tot zwavelzuren kalk of gips, terwijl hij met koolzuur verbonden, den koolzuren kalk of het krijt vormt, eene stof, die als bestanddeel van den grond zeer algemeen is verspreid en zelfs dikwijls in andere landen een hoofdbestanddeel van sommige gronden uitmaakt; zoo ontstaat door vereeniging van soda en zoutzuur het gewone keukenzout, door die van zwavelzuur en bitteraarde, Engelsch zout, enz.

Sommigen dezer zouten zijn in water zeer oplosbaar, maar niet allen; ja er zijn er zelfs, die door zuiver water in het geheel niet of in onmerkbare hoeveelheden worden opgenomen; in dit laatste geval wordt de oplossing dikwijls door de aanwezigheid van een zuur of eene andere zelfstandigheid bevorderd. Zoo lost krijt in zuiver water slechts zeer weinig op; maar wanneer het water met koolzuur is verzadigd, kan het daarvan veel meer opnemen, en zoo is het met eene menigte andere zouten, die wij hier met stilzwijgen moeten voorbijgaan.

In alle natuurlijke wateren vindt men nu een zeker aantal dezer zouten opgelost, maar nu eens heeft het eene, dan weder het andere daarin de overhand. Behalve deze vindt men er nog eene stof in opgelost, die in zuiveren toestand kiezelzuur wordt geheeten en eenigzins onzuiver als zand in verbazend groote hoeveelheden op onzen aardbol wordt gevonden, benevens stoffen van plantaardigen of dierlijken oorsprong, die aan het water menigmaal eene gele of bruinachtige kleur mededeelen (veen- en heiwater).

Wij zullen ter verduidelijking van dit een en ander, de zamenstelling van eenige watersoorten van ons vaderland opgeven, waaruit men tevens kan opmaken, welke zouten men vooral daarin aantreft en in welke hoeveelheid ze daarin worden gevonden.

hoeveelheid vaste stof kunnen achterlaten, die met zekere meststoffen kan worden gelijk gesteld.

Volgt hieruit dus het groote belang van de zouten uit het water voor den groei der planten, zoo zal een ieder ligtelijk inzien, dat de landbouwer wel doet, het verlies van die zouten zooveel mogelijk te voorkomen, en vooral daarvoor te zorgen, dat zijn mesthoop niet door den regen worde uitgespoeld en dat het vocht, hetwelk er van afloopt, niet ongehinderd in de slooten afvloeije, om nooit weêr op den akker terug te keeren. Want het is genoegzaam gebleken, dat het water de oplosbare en voor den landbouwer nuttige stoffen niet alleen uit den grond, maar ook uit den mest kan wegvoeren, zoodat deze door die uitspoeling van een gedeelte zijner waarde beroofd wordt, daargelaten nog de andere nadeelen, welke overtollig water aan den mest kan aanbrengen en waarover later uitvoerig zal gehandeld worden.

A. C. Oudemans, Jr.

III.

EIGENSCHAPPEN EN BESTANDDEELEN VAN DEN GROND.

Werd in de beide eerste hoofdstukken de aandacht van onze lezers van den grond afgetrokken; lokten wij hen uit om hunnen blik naar de lucht en het water te rigten; thans zullen wij met de beschouwing van den grond aanvangen. In dit hoofdstuk willen wij de eigenschappen en bestanddeelen van verschillende gronden in overweging nemen, terwijl wij in het volgende hoofdstuk de vorming van onzen vaderlandschen bodem zullen trachten duidelijk te maken.

De gesteldheid van den grond, waarin de planten zullen groeijen, is eene van de gewigtigste vraagpunten voor den landbouwer. Wanneer wij den grond in zijne betrekking tot de planten beschouwen, dan kunnen wij twee doeleinden onderscheiden. De grond moet aan de planten *woning* en *voedsel* verschaffen. Deze uitdrukking kunnen wij nu nog niet in haar geheel verklaren, omdat wij nog niet over de planten zelve gesproken hebben; maar zooveel kunnen wij er nu althans van aanduiden, dat de grond vooreerst aan de wortels der planten een stevig steunpunt, een luchtig en matig vochtig verblijf, eene warme en wel toegankelijke woning moet verleenen: — en dat hij vervolgens die stoffen behoort te bevatten, welke eene wel te voeden plant in zich moet opnemen. Want niet alleen uit de lucht neemt de plant haar voedsel, ook de grond draagt daartoe bij, zooals wij later zullen zien; in de eerste plaats willen wij nagaan, welke eigenschappen de grond, als *woning* der planten beschouwd, aanbiedt.

Die eigenschappen, welke wij ook *uitwendige kenmerken* zouden kunnen noemen, zijn: zwaarte, stijfheid en kleverigheid, vermogen om water in zich opgesloten te houden, om dit op te zuigen en door te laten, om zich bij het uitdroogen zamen te trekken, om lucht op te nemen, enz. Deze uitwendige kenmerken hangen deels af van de zamenstellende bestanddeelen van den grond, deels ook van de fijnheid en den verderen toestand dier bestanddeelen. Wat de be-

standdeelen van den grond aangaat, zoo kunnen wij in ons vaderland drieërlei soorten van grond onderscheiden, als: kleigrond, zandgrond en zwarten grond (tuin- of veenaarde). Maar er is toch zoo groote verscheidenheid van bodem, zullen mijne lezers zeggen, en hoe kan men dan onder die vele gronden slechts drie verschillende soorten onderscheiden? De reden ligt daarin, dat alle verscheidenheden van onzen bodem slechts mengsels van kleigrond, zandgrond en zwarten grond zijn. Zuivere klei-, zand- en zwarte grond komen bij ons zelden voor; de eene grond bevat meer zand, de andere meer klei enz., en door vermenging van deze drie gronden ontstaan die duizende verschillende grondsoorten, welke bij ons worden aangetroffen.

Nemen wij den eersten den besten grond, die ons voorkomt, brengen wij een goed afgewogen gedeelte in een glas en overgieten dit met veel water; wanneer wij het dan omroeren en het glas daarna in rust laten, dan zien wij, dat een gedeelte van dien grond op den bodem van het glas zinkt, en een ander gedeelte in het water blijft ronddrijven. Wat bezonken is, is meerendeels het zand; wat in het water is blijven drijven, is grootendeels de klei en de zwarte grond. Schenken wij het water met het daarin drijvende voorzigtig af, overgieten het zand nogmaals met water en bevrijden wij het door omroeren en weder afschenken van de laatste kleideeltjes, dan houden wij in ons glas op het laatst dikwerf zuiver zand over. Wegen wij dit zand, na het gedroogd te hebben, zoo kunnen wij door vergelijking met het gewigt van den grond, dien wij in het glas gebragt hebben, reeds terstond bepalen, hoeveel zand er in dien grond voorkomt. Men weegt liefst een rond gewigt van den grond af, b. v. een Ned. pond. Vindt men dan 52 Ned. lood zand daarin, zoo zegt men: in 100 Ned. lood van dezen grond komen 52 Ned. lood zand voor, of wel, deze grond bevat 52 ten honderd (procent) zand.

Datgene, wat wij nu uit het zand hebben uitgespoeld, is klei en zwarte grond. Zwarte grond ontstaat door het rotten van overblijfselen der planten; in al onze bouwgronden is hij voorhanden. Hij is brandbaar, en daardoor kunnen wij hem op de volgende wijze bepalen. Wanneer wij den grond eerst gewogen hebben, zooals hij is, en daarna goed gedroogd hebben, en weder wegen, dan weten wij alreeds, hoeveel water er in dien grond bevat was; brengen wij den grond nu in eenen ijzeren lepel of pot te midden van een sterk vuur, en laten hem langen tijd in de hitte verblijven, dan zullen wij later vinden, dat hij al wederom ligter geworden is. Wat er te midden van het

vuur is weggegaan, is hoofdzakelijk de zwarte grond, welke behalve eenige achtergelaten asch, geheel in de lucht vervliegt. Zoo kunnen wij dan eindelijk de zamenstelling van onzen grond vinden.

Vooronderstelt, dat wij bij de tweede bewerking 100 lood van den grond hebben afgewogen, die na goed gedroogd te zijn 80 lood bedroegen, en na de gloeijing 75 lood overlieten. Dan hebben wij in 100 lood van den grond: 20 lood water en 5 lood tuinaarde. Nu vonden wij vroeger, dat in 100 lood van den grond 52 lood zand bevat waren; wij trekken deze 52 lood zand met de 20 lood water en de 5 lood tuinaarde van de 100 lood grond af; — en wat er overblijft, is klei, namelijk 23 lood.[1])

Deze stoffen, zand, klei, tuinaarde en water, noemen wij *hoofdbestanddeelen* van den grond. Wij zullen later nog vele stoffen leeren kennen, in geringe hoeveelheden in den grond voorkomende. Die vele stoffen zijn voor als nog voor onze beschouwing van geen gewigt, daar de *uitwendige* eigenschappen van den grond hoofdzakelijk slechts van zijne *hoofdbestanddeelen* afhangen.

Wij gaan nu tot de behandeling van die uitwendige eigenschappen over, en zullen deze voor vijf onderscheiden grondsoorten nagaan, namelijk: 1°. voor zuiver zand, 2°. voor eenen kleigrond, die, droog zijnde, 40 procent zand en 60 procent klei en andere stoffen bevat, 3°. voor zuivere klei, 4°. voor eenen tuingrond, die, droog zijnde, 7 procent tuinaarde, 53 procent klei en 40 procent zand en kalk bevat, en eindelijk 5°. voor zuivere tuinaarde of veengrond.

In de eerste plaats komt *de zwaarte van den grond* in aanmerking. Wij maken ons reeds terstond onafhankelijk van de zoo veranderlijke hoeveelheid water in den grond, door dezen vooraf sterk te droogen. Nu kunnen wij twee wijzen volgen, en ten eerste nagaan, hoeveel een Ned. kop van elke grondsoort weegt, maar vinden daarbij veel onzekerheden. Is de grond sterk zamengeperst, dan zal de kop meer wegen dan wanneer de grond los is opgeschud; en hoe sterk de grond ook is zamengeperst, zoo blijven er altijd holten tusschen de kleine deeltjes over. Dit zal iedereen begrijpen, die bedenkt, dat de fijne deeltjes van den grond meer of min volkomen rond zijn,

---

1) Eenvoudigheidshalve gaan wij hier den kalk en de in water oplosbare stoffen, vooral ammoniakzouten, bij de beschouwing van de hoofdbestanddeelen van den grond met stilzwijgen voorbij, daar deze bij ons te lande meer in ondergeschikte hoeveelheden voorkomen, en daarom beter in het tweede gedeelte van ons hoofdstuk eene plaats verdienen in te nemen.

standdeelen van den grond aangaat, zoo kunnen wij in ons vaderland drieërlei soorten van grond onderscheiden, als: kleigrond, zandgrond en zwarten grond (tuin- of veenaarde). Maar er is toch zoo groote verscheidenheid van bodem, zullen mijne lezers zeggen, en hoe kan men dan onder die vele gronden slechts drie verschillende soorten onderscheiden? De reden ligt daarin, dat alle verscheidenheden van onzen bodem slechts mengsels van kleigrond, zandgrond en zwarten grond zijn. Zuivere klei-, zand- en zwarte grond komen bij ons zelden voor; de eene grond bevat meer zand, de andere meer klei enz., en door vermenging van deze drie gronden ontstaan die duizende verschillende grondsoorten, welke bij ons worden aangetroffen.

Nemen wij den eersten den besten grond, die ons voorkomt, brengen wij een goed afgewogen gedeelte in een glas en overgieten dit met veel water; wanneer wij het dan omroeren en het glas daarna in rust laten, dan zien wij, dat een gedeelte van dien grond op den bodem van het glas zinkt, en een ander gedeelte in het water blijft ronddrijven. Wat bezonken is, is meerendeels het zand; wat in het water is blijven drijven, is grootendeels de klei en de zwarte grond. Schenken wij het water met het daarin drijvende voorzigtig af, overgieten het zand nogmaals met water en bevrijden wij het door omroeren en weder afschenken van de laatste kleideeltjes, dan houden wij in ons glas op het laatst dikwerf zuiver zand over. Wegen wij dit zand, na het gedroogd te hebben, zoo kunnen wij door vergelijking met het gewigt van den grond, dien wij in het glas gebragt hebben, reeds terstond bepalen, hoeveel zand er in dien grond voorkomt. Men weegt liefst een rond gewigt van den grond af, b. v. een Ned. pond. Vindt men dan 52 Ned. lood zand daarin, zoo zegt men: in 100 Ned. lood van dezen grond komen 52 Ned. lood zand voor, of wel, deze grond bevat 52 ten honderd (procent) zand.

Datgene, wat wij nu uit het zand hebben uitgespoeld, is klei en zwarte grond. Zwarte grond ontstaat door het rotten van overblijfselen der planten; in al onze bouwgronden is hij voorhanden. Hij is brandbaar, en daardoor kunnen wij hem op de volgende wijze bepalen. Wanneer wij den grond eerst gewogen hebben, zooals hij is, en daarna goed gedroogd hebben, en weder wegen, dan weten wij alreeds, hoeveel water er in dien grond bevat was; brengen wij den grond nu in eenen ijzeren lepel of pot te midden van een sterk vuur, en laten hem langen tijd in de hitte verblijven, dan zullen wij later vinden, dat hij al wederom ligter geworden is. Wat er te midden van het

vuur is weggegaan, is hoofdzakelijk de zwarte grond, welke behalve eenige achtergelaten asch, geheel in de lucht vervliegt. Zoo kunnen wij dan eindelijk de zamenstelling van onzen grond vinden.

Vooronderstelt, dat wij bij de tweede bewerking 100 lood van den grond hebben afgewogen, die na goed gedroogd te zijn 80 lood bedroegen, en na de gloeijing 75 lood overlieten. Dan hebben wij in 100 lood van den grond: 20 lood water en 5 lood tuinaarde. Nu vonden wij vroeger, dat in 100 lood van den grond 52 lood zand bevat waren; wij trekken deze 52 lood zand met de 20 lood water en de 5 lood tuinaarde van de 100 lood grond af; — en wat er overblijft, is klei, namelijk 23 lood. [1])

Deze stoffen, zand, klei, tuinaarde en water, noemen wij *hoofdbestanddeelen* van den grond. Wij zullen later nog vele stoffen leeren kennen, in geringe hoeveelheden in den grond voorkomende. Die vele stoffen zijn voor als nog voor onze beschouwing van geen gewigt, daar de *uitwendige* eigenschappen van den grond hoofdzakelijk slechts van zijne *hoofdbestanddeelen* afhangen.

Wij gaan nu tot de behandeling van die uitwendige eigenschappen over, en zullen deze voor vijf onderscheiden grondsoorten nagaan, namelijk: 1°. voor zuiver zand, 2°. voor eenen kleigrond, die, droog zijnde, 40 procent zand en 60 procent klei en andere stoffen bevat, 3°. voor zuivere klei, 4°. voor eenen tuingrond, die, droog zijnde, 7 procent tuinaarde, 53 procent klei en 40 procent zand en kalk bevat, en eindelijk 5°. voor zuivere tuinaarde of veengrond.

In de eerste plaats komt *de zwaarte van den grond* in aanmerking. Wij maken ons reeds terstond onafhankelijk van de zoo veranderlijke hoeveelheid water in den grond, door dezen vooraf sterk te droogen. Nu kunnen wij twee wijzen volgen, en ten eerste nagaan, hoeveel een Ned. kop van elke grondsoort weegt, maar vinden daarbij veel onzekerheden. Is de grond sterk zamengeperst, dan zal de kop meer wegen dan wanneer de grond los is opgeschud; en hoe sterk de grond ook is zamengeperst, zoo blijven er altijd holten tusschen de kleine deeltjes over. Dit zal iedereen begrijpen, die bedenkt, dat de fijne deeltjes van den grond meer of min volkomen rond zijn,

---

1) Eenvoudigheidshalve gaan wij hier den kalk en de in water oplosbare stoffen, vooral ammoniakzouten, bij de beschouwing van de hoofdbestanddeelen van den grond met stilzwijgen voorbij, daar deze bij ons te lande meer in ondergeschikte hoeveelheden voorkomen, en daarom beter in het tweede gedeelte van ons hoofdstuk eene plaats verdienen in te nemen.

en een hoop opeengestapelde kogels of andere ronde ligchamen opmerkzaam heeft gadegeslagen. Wanneer wij dus zulk een kop grond wegen, dan wegen wij een gedeelte lucht in plaats van grond, en verkrijgen een te klein gewigt. Twijfelt iemand nog hier aan, hij wege een kop fijn turfgruis en een kop water tegen elkander, en zal vinden, dat het turfgruis veel minder weegt. Werpt men evenwel fijn turfgruis in het water, zoo zal men zien, dat het na eenigen tijd, als de lucht daaruit verdreven is, grootendeels naar beneden zinkt, en dus zwaarder dan water is.

Om dus het ware gewigt van den grond te vinden moeten wij eenen anderen weg inslaan. Wij vullen een Ned. kop voor twee derde deel met water, wegen dien en vullen hem nu verder aan met grond; wanneer wij nu wederom wegen, en het eerste gewigt van het tweede aftrekken, dan vinden wij het ware gewigt van $\frac{1}{3}$ Ned. kop grond, want $\frac{2}{3}$ kop water zijn gebleven, en het overige derde deel van den kop is geheel met grond opgevuld, omdat de lucht daaruit door het water nagenoeg geheel is verjaagd.

Op die wijze heeft men de uitkomsten verkregen, in de eerste kolom van de volgende tafel (*a*) opgeteekend. In de tweede kolom aldaar vinden wij het gewigt van de gronden, in droogen en vochtigen toestand, met de lucht daartusschen, dus hun *schijnbaar* gewigt; zij zijn daarbij door eene gelijkmatige drukking zamengeperst geworden. Waren zij in hunnen gewonen lossen staat, en daarbij geheel droog gewogen, dan zouden zij slechts de helft ongeveer van hun ware gewigt vertoonen.

Wij zien uit onze tafel, dat het zand de zwaarste en de tuinaarde de ligtste van alle grondsoorten is, en kunnen tevens be-

(*a*).

	EERSTE KOLOM. *Waar gewigt* van een Ned. kop grond.	TWEEDE KOLOM. *Schijnbaar gewigt* van een Ned. kop zaamgeperste grond.	
		a vochtig.	*b* droog.
Zuiver zand	275 Ned. lood.	249 Ned. lood.	240 Ned. lood.
Kleigrond	270 " "	239 " "	180 " "
{ 40 proc. zand.			
{ 60 " klei.			
Zuivere klei	259 " "	213 " "	138 " "
Tuingrond	233 " "	174 " "	150 " "
{ 7 proc. tuinaarde.			
{ 53 " klei.			
{ 40 " zand en kalk.			
Zuivere tuinaarde of veengrond	122 " "	143 " "	63 " "

speuren, hoe groot verschil er tusschen het gewigt van droogen en vochtigen grond, vooral bij de tuinaarde, bestaat.

Eene andere eigenschap der gronden is hun *zamenhang in den droogen toestand* en hunne *aankleving aan de werktuigen in vochtigen staat.* De *eerste* eigenschap kan men gemakkelijk onderzoeken door balletjes van den vochtigen grond te maken en die te droogen of te gloeijen. Gedroogde of gegloeide zandballetjes vallen bij de minste drukking uiteen, terwijl de gedroogde en nog veel meer de gegloeide kleiballetjes zeer hard worden.

De *aankleving* aan de werktuigen in *vochtigen* staat is van nog meer gewigt voor onze beschouwing. Men maakt daartoe eene platte schijf van den vochtigen grond, en bevestigt die aan de tafel. Nu maakt men eene schijf van ijzer en eene van beukenhout, de twee stoffen, waaruit gewoonlijk de landbouwwerktuigen bestaan; men bevestigt deze achtereenvolgens aan eene der armen van eene balans, zorgende, dat zij met de andere schaal *C* in evenwigt zijn, door in die andere schaal gewigten te leggen. Nu drukt men de ijzeren of houten schijf (*B*) tegen de schijf van den vochtigen grond (*A*), en beproeft hoeveel gewigt men in de schaal *C* kan toevoegen, voor dat de schijven van elkaar kunnen getrokken worden. De uitkomsten van de proeven omtrent deze en de boven vermelde eigenschap der gronden, zijn op de tafelen (*b* en *c*) medegedeeld.

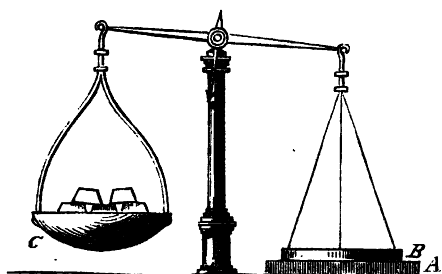


Fig. 14.

(*b*). *Taaiheid* of *zamenhang* van den droogen grond, waarbij voor de zamenhang van zuivere klei het getal 100 aangenomen is.

(*c*). Gewigt, dat er noodig is om de *aankleving* te verbreken van een vierkanten palm grond,

	(*b*)	(*c*) *a* aan ijzer.	(*c*) *b* aan beukenhout.
Zuiver zand	0 Ned. lood.	17 Ned. lood.	19 Ned. lood.
Kleigrond	57 " "	35 " "	40 " "
Zuivere klei	100 " "	112 " "	132 " "
Tuingrond	8 " "	29 " "	34 " "
Zuivere tuinaarde	9 " "	40 " "	42 " "

Uit deze opgaven zien wij de buitengewone aanklevingskracht der zuivere klei, en hoe deze eigenschap door eene vermenging met zand en tuinaarde merkelijk getemperd wordt.

De grond heeft verder het vermogen *om vocht uit de diepte op te zuigen;* dit vermogen is aan alle stoffen eigen, die kleine openingen of holle buisjes in zich bevatten, waarom men deze eigenschap ook wel haarbuisjeskracht noemt. Wanneer wij een doek met de punt in het water hangen, dan zal een gedeelte van den doek, boven het water verkeerende, nat worden, omdat het water door de fijne draden, waaruit de doek bestaat, wordt opgezogen. Vloeipapier doet hetzelfde. De pit van eene lamp of kaars zuigt ook de olie of het vet door hare fijne draden naar boven. Hoe fijner de holten zijn, des te hooger wordt het vocht opgezogen; zoo hebben zwarte grond en klei, die zoo kleine openingen tusschen de deeltjes hebben, veel sterker opzuigend vermogen dan het grovere zand, zooals wij op de tafel (*d*) vinden aangeteekend.

Het opzuigend vermogen van den grond, zoo heilzaam in droogte, wanneer de ondergrond nog eene natuurlijke verzamelplaats van water aanbiedt, kan in zware, lage gronden zeer nadeelig werken en eene langdurige vochtigheid na zich slepen. Heilzaam is dan het diep losmaken van den grond, wat bij het voordeel van de meerdere afvloeijing van water tevens het nut paart, dat de tusschenruimten der deeltjes in den ondergrond vergroot worden en de opzuiging hierdoor vermindert.

Wij gaan nu het vermogen van den grond beschouwen, om water *door te laten* en *terug te houden.* Wanneer men laagjes van gelijke dikte van verschillende gronden in glazen pijpen, van onderen met een linnen lapje gesloten, zamenperst, en er dan water doorheen laat loopen, dan kent men aan den tijd, dien het water noodig heeft om door te vloeijen, de eerste eigenschap. De tweede eigenschap kan men vinden door den grond eerst droog af te wegen, en hem, nadat hij in de glazen pijp gebragt en het water er door geloopen is, wederom te wegen, waaruit men dan bepalen kan, hoeveel

(*d*).

Hoogte boven den waterspiegel, tot welke het water door den grond wordt *opgezogen*.

Zuiver zand	40	Ned. duim.
Kleigrond	45	" "
Zuivere klei	75	" "
Tuingrond	60 à 70	" "
Zuivere tuinaarde	90	" "

water er in den grond is *terug gehouden*. De uitkomst der proeven omtrent deze eigenschap der gronden vinden wij in de tafel(*e*)medegedeeld.

De eigenschap der gronden *om water uit de lucht op te nemen*, houdt met hunne terughouding van water gelijken gang, zoo als wij mede uit de tafel (*f*) kunnen zien. Men kan deze eigenschap herkennen, door den grond droog af te wegen, en dan op een schoteltje onder eene stolp te brengen, die van onderen in het water staat; weegt men den grond weder na verloop van een of twee dagen, dan ziet men, dat hij veel zwaarder is geworden door het aantrekken van water, dat als damp in de lucht is opgenomen geworden, en uit de lucht door den grond is aangetrokken.

Hoe gemakkelijker een grond water opneemt en terughoudt, des te moeijelijker laat hij het wederom varen, des te langzamer zal hij aan de lucht *uitdroogen*. Wil men de gronden omtrent deze eigenschap onderzoeken, dan wege men hen droog af, en brenge hen allen op eene en dezelfde plaats, waarvan de warmte en vochtigheid bekend is en weinig verandert (zie de volgende tafel, *g*). Want het hangt eveneens van de warmte en vochtigheid der lucht, als van den aard van den grond af, hoe spoedig deze zal uitdroogen. Ieder zal immers inzien, dat vochtige lucht minder water kan opnemen en den grond minder snel zal doen droogen, terwijl de warmte het vermogen der lucht, om vocht op te nemen, verhoogt, en dus de uitdrooging van den grond bevordert, zooals in het voorgaande hoofdstuk (blz. 32) bewezen is. Op het land hangt de spoedige of langzame uitdrooging van den grond ook grootendeels van den ondergrond af, en het is dan de langzame doorvloeijing van het water door den ondergrond, gepaard met de langzame uitdrooging van den bovengrond, die den treurigen toestand van sommige landerijen te weeg brengt. In het hoofdstuk over het droogleggen der landerijen, zullen wij dit punt breedvoeriger behandelen.

	(*e*). Een Ned. pond drooge grond *houdt* de volgende hoeveelheden *water terug*.	(*f*). Vijf Ned. wigtjes drooge grond, over eene oppervlakte van 36 vierk. Ned. duim uitgespreid, *trekken* in 24 uren de volgende hoeveelheden *water uit de lucht tot zich*.
Zuiver zand	25 Ned. lood.	0,00 wigtjes.
Kleigrond	40 " "	0,13 "
Zuivere klei	70 " "	0,21 "
Tuingrond	89 " "	0,22 "
Zuivere tuinaarde	190 " "	0,48 "

Bij die uitdrooging *krimpt* de grond tevens *zamen*, en ook hierbij is voor de verschillende gronden een groot verschil. Men kan die inkrimping naauwkeurig bepalen, zoo men uit de verschillende vochtige gronden regelmatige dobbelsteentjes van eene bepaalde grootte, b. v. ter lengte, breedte en hoogte van eene halve palm, maakt, en ze dan langzaam laat droogen en wederom meet. Ook deze eigenschap is in de tafel (*h*) nader toegelicht. Het sterk inkrimpende vermogen der klei, hetgeen wij uit de tafel kunnen zien, kan men tevens waarnemen door de vele spleten en scheuren, welke men bij sterke droogte in de klei ziet ontstaan.

Wij zien uit deze en uit de voorgaande tafel, dat de tuinaarde zoowel in vermogen om water terug te houden en uit de lucht aan te trekken, als ook in langzame uitdrooging en sterke zamenkrimping, zelfs nog de zuivere klei overtreft; later komen wij nog op deze punten terug.

De grond trekt ook de *lucht* aan, en deze eigenschap is van veel gewigt voor de voeding der planten, zoo als in volgende hoofdstukken zal aangetoond worden; in de volgende tafel (*i*) is de uitkomst van proeven medegedeeld over de opslorping van de zuurstof door den vochtigen grond.

Alleen in vochtigen staat heeft de grond deze eigenschap, en de proeven zijn daarom met zuurstof genomen, omdat deze luchtsoort van het meeste gewigt voor de vruchtbaarheid van den grond is.

(*g*).

Van een pond water, in den grond bevat, zijn in 4 uur tijd, bij eene warmte van 18¾ graden de volgende *ponden water weggegaan.*

Zuiver zand	88 Ned. lood.
Kleigrond	52 " "
Zuivere klei	32 " "
Tuingrond	24 " "
Zuivere tuinaarde	20 " "

(*h*).

Een blokje van één kubiek palm van den natten grond *verloor in grootte* bij het uitdroogen:

0 kubiek duim.
60 " "
183 " "
149 " "
200 " "

(*i*).

Een Ned. pond grond *slorpte*, in vochtigen toestand, binnen 30 dagen, de volgende hoeveelheden *zuurstof uit de lucht op.*

Zuiver zand	2 Ned. lood.
Kleigrond	9 " "
Zuivere klei	15 " "
Tuingrond	18 " "
Zuivere tuinaarde	20 " "

Deze eigenschap komt aan alle fijn verdeelde ligchamen toe; koolpoeder is een heerlijk middel om het luchtaantrekkend vermogen van den grond te bevorderen, want kool neemt met gretigheid alle luchtsoorten in zich op. Verder is de fijne verkruimeling van den bovengrond zeer geschikt, om de aantrekking van lucht door den grond te bevorderen. Door deze aantrekking van de lucht door den grond wordt niet alleen bedoeld, dat de lucht, gelijk overal, zoo ook in den grond, de tusschenruimten inneemt, maar de lucht wordt op kool, fijne aarde enz. *zaamgepakt* of *verdigt*, zoodat er eene zeer groote hoeveelheid lucht op die wijze om de fijne korreltjes aanwezig is.

De laatste eigenschap der gronden, die wij nog willen beschouwen, is hun vermogen om de *warmte terug te houden* en *op te nemen*. Het vermogen van den grond om warmte *terug te houden*, komt vrij goed met zijne meerdere of mindere zwaarte overeen, zooals een blik op onze volgende tafel (*k*) ons kan leeren. Zand, dat de zwaarste grondsoort is, heeft ook den langsten tijd noodig om af te koelen. De graden van warmte zijn genomen naar den honderddeeligen thermometer, waarover in een voorgaand hoofdstuk is gesproken.

De eigenschap van den grond, om de *warmte op te nemen*, hangt van drie omstandigheden af: van de kleur van den grond, van den aard der stoffen, waaruit hij bestaat en van zijne vochtigheid. Op onze tafel hebben wij vooreerst (*l*) aangetoond, welk verschil er is tusschen de verwarming van den grond, naarmate men de verschillende grondsoorten met een laagje rookzwart of met een laagje zeer witte en fijne magnesia bedekt. Wij zien, dat de zwarte oppervlakten veel warmer worden dan de witte, eene daadzaak, waarvan wij bij eenig nadenken spoedig vele overtuigende voorbeelden kunnen vinden. Strooit men turfmolm over de sneeuw, zoo zal zij veel spoediger ontdooijen; witte kleederen houden ons in de zon veel koeler dan zwarte; koolpoeder of turfmolm wordt ook soms over den grond gestrooid, om dien warmer te maken.

Vervolgens zien wij in de tafel (*m*) een groot verschil tusschen de warmte, die onderscheiden gronden, met hunne *natuurlijke* kleur en geaardheid, in de zon aannemen. Daarbij wordt de tuinaarde het warmste. — Wordt de grond eindelijk in vochtigen staat aan den invloed der zonnestralen blootgesteld, dan wordt hij op verre na zoo warm niet; de tuinaarde blijft dan, wegens hare groote vochtigheid, koeler dan klei, enz. Deze afkoeling door de vochtigheid heeft hare oorzaak in het verdampen van het water, waarbij veel

warmte wordt opgeslorpt, zoo als wij zeggen. Ieder weet, dat men eenen natten doek zeer digt bij het vuur zal kunnen hangen, zonder dat hij brandt, terwijl hij dadelijk verschroeijen zal, wanneer het water is verdampt. Een ketel met kokend water zal van het vuur geen letsel ondervinden, terwijl bij een ledigen ketel het soldeersel spoedig door het vuur zoude smelten. Zonder deze matiging der warmte door vochtigheid, zouden de meeste planten in drooge zomers verschroeijen. Het is dan het water van den nachtelijken dauw, dat door zijne verdamping in den morgen aan de planten de noodige koelheid verschaft.

Dit zijn de voornaamste uitwendige of natuurkundige eigenschappen der gronden. Wij willen nu, met de tafelen voor ons, de verschillende eigenschappen der vijf opgegeven gronden met elkander vergelijken.

Zuivere zandgrond is de zwaarste van alle grondsoorten, dat wil zeggen, dat hij het meeste gewigt heeft (zie *a*). Neemt men *zwaar* in den zin van moeijelijk te bearbeiden, zoo als de landbouwers dit gewoonlijk opvatten, dan is hij juist de minst zware soort (*b*, *c*). In den vochtigen toestand moge hij al een zekeren zamenhang hebben; spoedig zal hij dien verliezen door zijn gering vermogen om water terug te houden (*e*). Is de zandgrond niet zeer hoog boven den waterspiegel, dan kan hij nog, door het water op te zuigen, eene zekere vochtigheid behouden (*d*); maar anders is hij

---

(*k*).

564 kubiek duim grond hadden, om van 62½ graad tot 21½ graad *af te koelen* (in eene lucht van 16 graad warmte), den volgenden *tijd* noodig.

Zuiver zand	3 uur	27	minuten.
Kleigrond	2 "	41	"
Zuivere klei	2 "	19	"
Tuingrond	2 "	16	"
Zuivere tuinaarde	1 "	43	"

(*l*).

Bij sterken zonneschijn werden de gronden tot de volgende graden van warmte *verhit*, naar gelang zij *bedekt* waren met:

	rookzwart.	*magnesia.*
Zuiver zand	50,9 graden	43,3 grad.
Kleigrond	49,5 "	42,1 "
Zuivere klei	48,9 "	41,3 "
Tuingrond	50,3 "	42,4 "
Zuivere tuinaarde	49,4 "	42,5 "

(*m*).

Bij sterken zonneschijn werden de gronden tot de volgende graden van warmte *verhit*, in den toestand van:

droog.	*vochtig.*
44,8 graden.	27,3 graden.
44,1 "	36,8 "
45,0 "	37,5 "
45,3 "	37,5 "
47,4 "	30,8 "

aan de grootste droogte blootgesteld. Die losheid en geringe terughoudende kracht voor het water is aan het zand eigen, omdat het zoo grof van korrel is. Hoe grover het zand is, hoe grooter de korreltjes zijn, waaruit het bestaat, des te meer zullen deze eigenschappen uitkomen, terwijl daarentegen het fijne zand meer tot de eigenschappen van de klei nadert. Met de geringe terughoudende kracht voor water, die aan het zand eigen is, gaan de eigenschappen gepaard om weinig vocht uit de lucht tot zich te trekken (*f*), sterk aan de lucht uit te droogen (*g*), en weinig zuurstof uit de lucht in zich op te nemen (*i*). Is het zand vochtig, zoo zal het van de zonnewarmte in den eersten tijd weinig opnemen (*m*), maar spoedig is het water uit het zand ook verdampt, en dan wordt het zeer warm en houdt de warmte lang terug, vooral zoo het eene witte kleur heeft (*k*). Zand van eene donkere kleur neemt wel, zoo als alle zwarte ligchamen, meer warmte op (*l*), maar laat de warmte ook spoediger weder los. — Uit deze eigenschappen kunnen wij ligtelijk het karakter der zandgronden omschrijven. Heet en droog van natuur, sterk door de zonnewarmte aangedaan, ontwikkelen zij eene snelle werkzaamheid. De lucht heeft ruime toetreding in de groote holten tusschen de zandkorrels, en heeft dus niet noodig, zelf door het zand te worden aangetrokken; zij doet den in den zandgrond aangebragten mest spoedig tot ontbinding overgaan, waardoor de zandgrond spoedig van de kracht van den mest wordt beroofd. Dit wordt nog daardoor bevorderd, dat de regen den mest gemakkelijk kan uitspoelen, en daar het zand weinig kracht heeft om luchtsoorten vast te houden (*i*), zoo vervliegt de zoo nuttige ammoniak al zeer spoedig. Daarom voldoet een langzaam werkende mest op den langen duur in zandgrond het beste, terwijl een heete, spoedig werkende mest in die gronden nooit lang van te voren moet aangewend worden; want dan zoude zijne kracht vervlogen zijn voordat het tijdstip van de nuttige werking daar was. — Daar de zandgronden, zoo als wij later zien zullen, uit zich zelf arm aan voedsel voor de planten zijn, en de kracht van den mest spoedig verliezen, zoo vorderen zij eene voortdurende oplettendheid en inspanning van krachten bij den landbouwer, maar juist deze prikkel tot inspanning van alle krachten is vaak oorzaak, dat de landbouwers in de zandstreken meer ontwikkeld worden en beter vooruitgaan dan die, welke in de vette kleilanden alles aan de natuur overlaten en te weinig door eigen werkzaamheid zichzelf en hunnen medeburgers van nut zoeken te zijn.

Beschouwen wij de zuivere klei, dan vinden wij daarin juist tegenovergestelde eigenschappen als in het zand. Ligter (*a*) in gewigt en fijner van korrel dan het zand, heeft zij eenen grooten zamenhang bij droogte (*b*), eene verbazende kleverigheid (zoogenaamde *zwaarheid*) bij vochtigheid (*c*), zuigt het water sterk onder uit den grond op (*d*), houdt veel water terug (*e*), trekt veel water uit de lucht aan (*f*), en laat het water aan de lucht zeer moeijelijk weder los (*g*). Deze eigenschappen zijn bij de zuivere klei zoo sterk ontwikkeld, dat zij haar ten eenenmale voor de bebouwing ongeschikt maken. Moeijelijk te bearbeiden, bij regen en vochtigheid tot eene dikke brei zamenloopende, en bij droogte zich tot eene harde korst zamentrekkende en door die zamentrekking (*i*) de planten ontmantelende of hare wortels verbrekende, is zij tot geen plantengroei geschikt. Nooit wordt zij diep onder de aarde regt droog en veroorzaakt stilstand van het water, verzuring of onwerkzaamheid van den mest en bij eenigen regen eene aanhoudende koude door het langzame verdampen van het water. Zij is dan zoo nadeelig, dat zij, wanneer zij onder anderen grond in de diepte wordt aangetroffen, vochtige plaatsen en moerassen veroorzaakt. Maar geheel anders worden hare eigenschappen, wanneer zij met een gedeelte zand is gemengd, zooals zulks bij onze meeste kleigronden het geval is, wanneer zij b. v. de zamenstelling van den in de tafelen vermelden kleigrond verkrijgt. Zij wordt dan minder taai (*b*), gemakkelijker te bewerken (*c*), zij laat dan het water meer door, houdt het niet zoo vast terug (*c*) en verkrijgt juist den gewenschten staat van frischheid. Haar vermogen, om waterdamp uit de lucht tot zich te trekken, werkt dan in drooge tijden zeer gunstig; en met het water trekt zij mede veel zuurstof uit de lucht tot zich (*i*), welke tot ontbinding van grond en mest bijdraagt. Dan kan zich eerst de rijkdom van stoffen, die in de klei zijn weggelegd, vruchtbaar voor den plantengroei vertoonen, en de mest, wiens ammoniak uit de klei minder snel vervlugtigt en waartoe de dampkringslucht vrij kan toetreden, zal zijne geheele kracht ontwikkelen. Is het gehalte aan zand van zulk eenen grond niet aanzienlijk, lijdt hij nog vaak aan natheid, dan zal heete en spoedig werkende mest daar op zijne regte plaats zijn, en het drooggleggen door onderaardsche buizen zal daar rijkelijk de kosten loonen. Maar deze beschouwingen zullen het onderwerp van latere hoofdstukken uitmaken.

Thans blijft nog de zwarte grond voor onze beschouwing over. Hij is een mengsel van velerlei overblijfselen van planten, in

verschillende toestanden van ontbinding verkeerende. Zijne ligtheid (*a*) en groot vermogen om water op te zuigen, aan te trekken en terug te houden (*d*, *f*, *e*) maken hem op die plaatsen, waar hij onvermengd voorkomt, bijna aanhoudend tot een voor menschen ongenaakbaar moeras. Er ontstaat dan eene ontwikkeling van zuren in den grond, die onze veenen, zoo als zij daar liggen, voor bebouwing ongeschikt maken, terwijl het groote vermogen van den zwarten grond, om zich bij uitdrooging zamen te trekken (*h*) den plantengroei ook zeer benadeelt. Maar met anderen grond vermengd is de zwarte grond van onberekenbaar nut, en zonder hem ware er al zeer weinig landbouw mogelijk. Hij maakt zwaren grond losser, taaijen grond weeker en beter het vocht doorlatende; hij maakt ligten grond digter, droogen grond vochtiger. Door zijne zwarte kleur maakt hij, dat de gronden, in welke hij gemengd is, spoediger door de zon verwarmd worden. Zijne sterke aantrekkingskracht voor de zuurstof der lucht en zijn eigen voedende bestanddeelen brengen voedsel en werkzaamheid in den grond te weeg. Een voorbeeld van zijne nuttige eigenschappen vinden wij in den tuingrond, op onze tafelen vermeld. Wij zien dat deze grond, hoewel hij werkelijk veel klei bevat, toch gemakkelijk te bewerken (*c*) en niet taai is (*b*); dat hij, hoewel veel zand bevattende, bij een groot vermogen om zuurstof uit de lucht op te nemen (*i*), sterk door de zon wordt verwarmd, hetzij hij vochtig of droog is (*m*), en daarbij de warmte toch veel langer bewaart dan de zuivere zwarte grond (*k*).

Zoo zien wij dan, hoe eene menging van zand, klei en zwarten grond die juiste maat van goede eigenschappen aan de gronden kan mededeelen, welke hen tot den hoogsten trap van vruchtbaarheid kan opvoeren.

Het hangt van deze vermenging af, voor welke planten de grond het meest geschikt zal zijn. De volgende tafel toont ons aan, hoe de verschillende gronden, voor eene of andere plant meer of minder geschikt, zijn zamengesteld; daarbij is voor elke verschillende grondsoort tevens het verschil in zamenstelling aangegeven, dat er tusschen zijne ondersoorten bestaat. Van de kalkgronden b. v., (waarnevens het woord *tarwegrond* aanduidt, dat tarwe daarop zeer goed voortkomt), zijn twee soorten opgegeven, waarvan de eene in 100 pond grond 36 pond kalk, 40 pond klei, 20 pond zand en 4 pond zwarten grond bevat, terwijl de andere 12 pond kalk, 56 pond klei, 30 pond zand en 2 pond zwarte grond in 100 pond grond bevat. Alle gronden, welke minder kalk dan de eerste, en

meer dan de tweede bevatten, noemen wij insgelijks **kalkgrond**, enz.

			Kalk.	Klei.	Zand.	Zwarte grond.
Kalkgrond....	tarwegrond..	bevat in 100 pond..	36	40	20	4
		〃 〃 〃 〃	12	56	30	2
Kleigrond.....	tarwegrond....	〃 〃 〃 〃	4	81	6	9
		〃 〃 〃 〃	0	48	50	2
	gerstgrond....	〃 〃 〃 〃	0	38	60	2
		〃 〃 〃 〃	0	28	70	2
Zandgrond....	havergrond...	〃 〃 〃 〃	0	23½	75	1½
		〃 〃 〃 〃	0	18½	80	1½
	roggegrond...	〃 〃 〃 〃	0	14	85	1
		〃 〃 〃 〃	0	2	97½	½
Zwarte grond.	gerstgrond....	〃 〃 〃 〃	3	20	67	10
	tarwegrond...	〃 〃 〃 〃	4½	74	10	11½
	poldergrond..	〃 〃 〃 〃	10	14	49	27

Wij hebben in deze tafel den kalkgrond bovenaan geplaatst, omdat wij daarover nog niet gesproken hadden. Bij ons te lande komt kalk zelden in zoo groote hoeveelheid in den grond voor, dat daardoor zijne natuurkundige eigenschappen veranderd worden. Waar kalk in groote hoeveelheid in den grond voorkomt, daar maakt hij kleigronden warmer en meer doorlatend voor water, zandgronden vochtiger en meer gebonden. In een later hoofdstuk zal meer over den kalk, als meststof beschouwd, gezegd worden. Voorloopig maken wij hier slechts gewag van een eenvoudig middel, om met waarschijnlijkheid kalk in den grond te herkennen. Hij komt meestal in verbinding met het koolzuur voor, dat wij in de eerste verhandeling hebben leeren kennen; overgiet men een grond met een zuur, b. v. azijn, vitrioololie enz., dan zien wij meestal eene opborreling, alsof de grond kookte; die opborreling ontstaat door het koolzuur, dat uit den grond ontwijkt; grootendeels is dat koolzuur aan kalk gebonden, zoodat wij aan de sterkte van die opborreling een middel hebben, om met waarschijnlijkheid eene grootere of kleinere hoeveelheid kalk in den grond aan te toonen.

Tot nu toe hebben wij den grond in zijne uitwendige eigenschappen beschouwd, welke eene goede ***woning*** aan de planten kunnen verschaffen. Thans willen wij hem in zijne eigenschappen als ***voeder*** der planten beschouwen. Wij hebben eenige ***hoofdbestanddeelen*** van den grond onderscheiden, zand, klei, tuinaarde, maar het is er

verre af, dat wij door het noemen van deze stoffen alles omtrent den grond zouden afgehandeld hebben. Die hoofdbestanddeelen, welke wij door eene werktuigelijke scheiding van elkander kunnen ziften, bevatten zelf eene menigte stoffen van allerlei aard, welke tot voedsel voor de planten dienen.

In een vroeger hoofdstuk, waarin over het water werd gesproken, is melding gemaakt van de stoffen, in welwater voorkomende. Deze stoffen zijn door het welwater uit den grond getrokken; want het regenwater, waaruit het welwater ontstaat, bevat ze niet. Wij kunnen dus in den grond vooreerst eenige stoffen onderscheiden, die door het water daaruit kunnen getrokken worden, vervolgens zijn er vele bestanddeelen in den grond, voor als nog in water onoplosbaar, maar daarin bij verdere ontleding kunnende opgelost worden. Al deze stoffen kunnen als voedsel voor de planten beschouwd worden. Wanneer wij eenen grond nader onderzoeken, wanneer wij dien volgens de bewerkingen der scheikunde in al zijne bestanddeelen scheiden, dan vinden wij daarin vele stoffen, welke alle in twee soorten kunnen onderscheiden worden. Sommige stoffen hebben *zure* eigenschappen, even als azijn, vitrioololie enz., andere stoffen hebben *loogachtige* eigenschappen, even als ongebluschte kalk, potasch, enz. Die zuren en die loogen verbinden zich onderling tot *zouten*, d. i. tot ligchamen, in aard en smaak meer of min met het gewone keukenzout overeenkomende. In de volgende tafel hebben wij de verschillende zure en loogachtige ligchamen, in den grond voorkomende, de eerste in eene dwarse, de tweede in eene overlangsche rij opgeschreven; en in het binnenste van de tafel staan de meest bekende verbindingen aangegeven, welke die stoffen met elkander vormen. Zoo is het glauberzout eene verbinding van zwavelzuur (of vitrioololie) met soda; het gips is eene verbinding van zwavelzuur met kalk; salmoniak is eene verbinding van ammonia met zoutzuur; glas is eene verbinding van kiezelzuur (of zand) met soda, potasch, kalk enz.; beenderaarde is eene verbinding van phosphorzuur met kalk en magnesia enz., enz. Uit deze aanwijzing zullen onze lezers de inrigting der tafel wel kunnen begrijpen, met die van de tafel van vermenigvuldiging overeenkomende.

	Zwavelzuur. (Vitrioololie).	Salpeterzuur.	Zoutzuur.	Kiezelzuur. (*Zand*).	Phosphorzuur.	Koolzuur.	Veenzuren.
Ammonia. .	....	Salmoniak	....	....	....	Koolzure ammonia.	
Potasch.......	....	Salpeter.				Gewone potasch.	
Soda.........	Glauberzout.	Chili-salpeter.	Keukenzout.	Glas.		Gewone soda.	*Tuinaarde.*
Kalk.........	Gips..............	....	....	....		Krijt (marmor).	
Magnesia.....	Engelsch zout.	....	....	....	Beenderaarde.	Gewone magnesia.	
Aluinaarde .	....	....	....	Zuivere klei.			
IJzer-verzuursels....... ..	IJzervitriool........	....	....	....	....	....	IJzeroer.
Mangaan-verzuursels.							

Wij vinden in den grond dus acht loogachtige stoffen, ammonia, potasch, soda, kalk, magnesia, enz., — welke zich met zeven soorten van zure ligchamen, als zwavelzuur, salpeterzuur, zoutzuur, enz. tot velerhande zouten verbinden. Niet alle zouten, welke op die wijze kunnen gevormd worden, hebben wij met name genoemd; dan zouden wij er meer dan vijftig kunnen opsommen, welke denkbaar waren. De opgenoemde zouten zijn de meer bekende. De namen, met grooter letters aangegeven, behooren aan zoodanige stoffen, welke ook in de lucht worden gevonden. Het zijn: salpeterzuur, dat vooral na onweder in de lucht aangetroffen wordt; koolzuur, dat, naar hetgeen in het eerste hoofdstuk gezegd is, tot eene hoeveelheid van een half pond in duizend pond lucht wordt gevonden, ammonia en koolzure ammonia, gewigtige bestanddeelen van den mest en ook in geringe hoeveelheid in de lucht voorhanden. Met loopende letters hebben wij de *hoofdbestanddeelen* van den grond aangeduid. Het *zand*, dat ook den naam van kiezelzuur draagt, heeft, hoe vreemd onze lezers dit moge vinden, de eigenschappen van een zuur, daar het zich met potasch, soda, kalk en andere loogen tot glas laat vereenigen, zoo als reeds in het tweede hoofdstuk is aangetoond. De *klei*, van alle andere inmengselen bevrijd, is eene verbinding van aluinaarde en ijzerroest met kiezelzuur. De *tuinaarde* is eene verbinding van velerhande loogen, ammonia, potasch, soda, kalk, enz. met de zuren, in veenen voorhanden.

Alle verdere bestanddeelen komen slechts in geringe hoeveelheden in den grond voor. Wij kunnen ons uit het volgende tafeltje een

denkbeeld maken van de hoéveelheid van eenige der gewigtigste stoffen, in eene halve vierk. Ned. roede grond voorkomende.

In eene halve vierk. Ned. roede land, tot op eene diepte van 15 Ned. duim, zijn bevat:	In zeer vetten grond.	In zeer mageren grond.	Middelbaar.
Ammoniak	73 Ned. ℔	1 Ned. ℔	19 Ned. ℔
Phosphorzuur	80 "	1 "	17 "
Potasch	360 "	10 "	150 "
Kalk en Magnesia	1000 "	6 "	200 "

De geheele massa van den grond, waarvan zand, klei en zwarte grond de hoofdbestanddeelen uitmaken, bedraagt voor die uitgestrektheid en diepte ongeveer 10,000 Ned. ponden, zonder het water in den grond daarbij te rekenen.

Hoe gering de hoeveelheid van sommige stoffen in den grond ook zijn moge, wanneer wij haar met de geheele massa van den grond vergelijken, zoo blijft zij voor den plantengroei toch altijd aanzienlijk en van het hoogste gewigt. Het zijn die stoffen welke, voor zoo ver zij oplosbaar zijn, door het water aan de planten worden aangeboden, en de asch der planten zamenstellen. Later zullen wij nog meermalen in volgende hoofdstukken gelegenheid vinden, die stoffen, en vooral de in de bovenstaande tafel aangeteekende, nader in overweging te nemen. Het zijn deze, waaraan de planten het meeste behoefte hebben, en welke wij hun door verschillende meststoffen moeten verschaffen, wanneer zij in den grond niet in genoegzame hoeveelheid voorhanden zijn. Het blijft voor de hoofdstukken over de meststoffen bewaard, om aan te toonen, hoeveel de planten daarvan aan den grond ontnemen, hoeveel de mest daarvan aan den grond terug geeft en welke de werking van die verschillende stoffen op den plantengroei is; daarbij zal de zwarte grond dan tevens in zijnen voortdurenden staat van ontbinding en werking op de plantenwortels worden beschouwd. Zooveel kunnen wij nu reeds vasthouden, dat de planten alles, wat zij niet uit de lucht opnemen, uit den grond moeten putten, en dat die stoffen in den grond moeten oplosbaar gemaakt worden, om de planten te kunnen voeden, even als de spijzen in de maag moeten worden opgelost, zullen zij het ligchaam tot voedsel dienen. Die oplosbaarmaking heeft door dezelfde kracht plaats, die de rotsen doet uiteenvallen tot poeder en aan onzen vaderlandschen grond het aanzijn heeft gegeven, zoo als een volgend hoofdstuk leeren

zal. Het is de invloed van lucht en water, welke die veranderingen te weeg brengt. Daarom moet de grond losgemaakt worden, opdat de lucht daarin vrijen toegang hebbe; opdat het frissche regenwater, met koolzuur beladen, bij elke gelegenheid in den grond kunne dringen. Potasch, kalk en zelfs kiezelzuur worden daardoor in water oplosbaar gemaakt, en wat lucht en water niet kunnen volbrengen, dat voltooit de mest, die, zelf in ontbinding verkeerende, eene voortdurende ontbinding aan den grond mededeelt. In den schijnbaar zoo rustigen grond is dus voortdurende beweging en wisseling, en in die beweging en wisseling ligt juist zijn vermogen, om het leven der planten te onderhouden: *leven* is *beweging*.

W. A. J. van Geuns.

IV.

DE GROND VAN ONS VADERLAND.

Inleiding. Afkomst van onzen grond.

Wanneer onze lezers naauwkeurig op de voorvallen om hen heen hebben toegezien, dan kan het hun niet ontgaan zijn, dat de grond, waarop wij wonen, velerlei veranderingen ondergaan heeft. Hier werden groote landstreken door de zee verzwolgen, zoo als ons door overlevering omtrent die landen berigt wordt, waar thans de Zuiderzee is; ginds wordt weder nieuw land gevormd, zoo als wij bij het aangroeijen der schorren in Zeeland, langs de Zuiderzee en in Groningen bespeuren. Bij de vorming van die schorren is het niet twijfelachtig, dat zij door ophooping van het zand en slib der rivieren ontstaan. Immers vinden wij ze aan de monden van de groote stroomen, de Schelde, de Maas, den IJssel enz. De aanwoners der rivieren zien jaarlijks de uiterwaarden met slib bedekt, terwijl in de rivier zelf aanhoudend zandbanken gevormd worden; en zij, die de jongste overstroomingen meer van nabij beschouwden, zullen het bemerkt hebben, hoeveel slib het rivierwater medevoert en op de landerijen achterlaat.

Na deze beschouwingen, waaraan wij nog vele andere konden toevoegen, is het dus niet twijfelachtig, dat de rivieren zand en klei medevoeren en tot de vergrooting en ophooging van onzen vaderlandschen grond medewerken. Maar beweerden wij, dat ons geheele land op die wijze door de rivieren gevormd is; zeiden wij, dat er een tijd geweest is, waarop van onze klei- en veengronden, ja zelfs van onze heide met hare heuvelen niets bestond, dan zouden sommigen onzer lezers ons misschien niet terstond gelooven. En toch is het zoo; voor vele honderde jaren bestond er van ons geheele vaderland nog bijna niets; waar thans land is, was toen eene onafzienbare zee. De rivieren voerden zand en klei naar die zee, en hierdoor ontstonden onze zand- en kleigronden.

"Maar," zullen onze lezers aanmerken, "van waar namen de rivieren "die verbazende menigte zand en klei, welke wij thans in ons va-"derland aantreffen? hoe ontstond daarbij dat groote verschil in "geaardheid der gronden, hetwelk wij thans bespeuren?"

Deze beide vragen willen wij kortelijk beantwoorden. Men volge ons daartoe eenige oogenblikken met zijne verbeelding naar andere landen. Ons vaderland, hoewel meer dan vijftig uren lang en meer dan dertig uren breed, is slechts een klein gedeelte van den grooten aardbol.[1]) Vijftienduizend landen als het onze zouden den aardbol nog niet geheel bedekken. Buiten ons vaderland liggen uitgestrekte landen en zeeën; België en Duitschland, Frankrijk en Zwitserland zijn daaronder voor onze beschouwing van het meeste belang. De grond is in die landen (zoo wij Noord-Duitschland uitzonderen) van geheel anderen aard dan de onze. Bij ons mag men honderde voeten diep graven, men zal altijd klei en zand aantreffen. In genoemde vreemde landen is het daarentegen geheel anders; wanneer men daar eenige voeten diep in den grond graaft, dan stuit men spoedig op harden steen. Het zijn daar geen losse steenen, zoo als bij ons in de heide, maar de geheele ondergrond is er een doorloopende, onafgebroken steenklomp, dien men op en in de hooge bergen aantreft en tot in diepten van duizende voeten onder de aarde terugvindt. Van daar stammen de meeste steensoorten af, die wij in ons land nevens onze gebakken steenen gebruiken. De hartsteenen van onze stoepen en gevels, de marmersteenen, de leijen op de daken der kerken, de straatklinkers in de steden, de Bentheimer zandsteen, welken wij aan zoovele kerken aantreffen; deze en nog vele andere zijn in de bergachtige landen uit den grond gehouwen. Konden wij slechts diep genoeg in onzen grond doordringen, zoo zouden wij ten laatste onder onze klei- en zandlagen ook den harden steen aantreffen; want de geheele oppervlakte onzer aarde is een ontzagchelijke steenklomp, en slechts eene betrekkelijk geringe laag van klei en zand[2]) is over dien steen uitgebreid; in de bergachtige landen is die laag dunner; bij ons is zij vrij aanzienlijk, maar bij de grootte der aarde vergeleken, is zij toch gering te noemen.

---

1) De wereld, waarop wij wonen, is een groote ronde bol of kogel; daarom noemen wij haar *aardbol.* Wij wonen aan de oppervlakte van dien bol, en het is den menschen niet gelukt, tot aanmerkelijke diepte daar binnen door te dringen.

2) Wij spreken hier niet van de kalkgronden, welke in ons vaderland minder algemeen voorkomen.

De klei- en zandlagen, welke over de steenmassa der aarde zijn uitgespreid, zijn uit die steenmassa zelve ontstaan. De lucht en het regen- en sneeuwwater oefenen een verterenden invloed op de steenen uit, of liever, zij doen den steen uiteenvallen en in klei, zand en kalk overgaan; want ook hier geldt, wat wij overal in de natuur waarnemen, dat er niets vernietigd wordt. Wanneer de steen uiteen valt, dan ontstaat daaruit een even groot gewigt aan klei, zand en kalk, als het gewigt van den verteerden steen bedroeg, mits wij datgene in rekening brengen, wat van den steen in het water is opgelost en door de lucht daar is toe- of afgedaan. Die vertering der steenen door lucht en water noemen wij *verwering*, en wij kunnen die werking aan oude gebouwen waarnemen, waar wij vooral de voormelde, uit de bergen afkomstige steenen veelvuldig uitgehold of met eene graauwe korst bedekt aantreffen. Maar veel sterker zien wij dit verschijnsel in de bergachtige landen. Vooral op de hooge bergen regent en sneeuwt het zeer sterk; het water blijft hier en daar op de steenrotsen staan, en dringt langzamerhand naar binnen door, waardoor zich spleten en kloven in den steen vormen. Van binnen en van buiten gaat nu de verwering voort; klei en zand worden door het afvloeijende water medegevoerd en ten laatste storten ook kleinere en grootere steenbrokken naar beneden. De steile bergstroomen, de bruischende watervallen en hunne alles vernielende werking kunnen wij hier niet nader beschrijven, en evenmin kunnen wij hier de magtige werking der ijsvelden (Gletschers) uiteenzetten, welke, van de hooge bergen naar beneden dalende, steenen, gruis en zand in ontzagchelijke menigte medevoeren. Het zij ons genoeg, onze lezers daarop te wijzen, dat uit die ijsvelden en waterstroomen der hooge bergen onze rivieren ontstaan, en dat het zand en de klei, welke door onze rivieren worden medegevoerd, uit de verwering der steenrotsen in gindsche streken afkomstig zijn.

Even als wij op een ongelijken weg bij een sterken regen kunnen zien, hoe het regenwater in kleine stroomen van de hoogste punten naar beneden loopt; hoe daar de kleine stroomen tot één waterstroom zamenloopen, welke door eene sleuf in het zand verder afvloeit; — zoo gebeurt het in het groot met onze rivieren.

De Rijn ontstaat grootendeels uit duizende kleine waterstroomen, welke van de hooge bergen van Zwitserland omlaag storten, en tot een grooten stroom zamenvloeijen. Zoo treedt hij Duitschland binnen als eene magtige rivier, en neemt in Duitschland nog vele kleinere rivieren op, welke uit de Duitsche en Fransche bergen afkomstig

zijn. Eerst snel van stroom en met bruischend geweld in zijn bed voortrollende, wordt hij langzamerhand rustiger, naarmate hij meer ons vaderland nadert; zijn bed wordt minder glooijend, het water stroomt langzamer voort. Hoe langzamer die stroom wordt, des te minder kan hij grootere steenbrokken medeslepen. De groote steenen welke van de bergen waren losgerukt, blijven reeds aan den voet dier bergen liggen; de kleinere steenen worden verder voortgevoerd, naarmate zij kleiner zijn. Zoo voert de Rijn bij de Duitsche steden Bonn en Keulen nog grootere steenen met zich mede dan bij ons te lande, hoewel de grootste steenen reeds lang, vóórdat de Rijn tot Bonn en Keulen nadert, zijn blijven liggen of wel in kleinere brokken zijn uiteengevallen en door de verwering en schuring afgerond en afgeslepen zijn.

Wanneer de Rijn ons vaderland heeft bereikt, verdeelt hij zich in onderscheiden armen of takken, welke allen in zee uitloopen. De meesten dezer takken storten zich in de Noordzee uit; zoo de Waal, welke langs Nijmegen stroomende, en bij Gorinchem zich met de Maas vereenigende, deels langs Dordrecht, Rotterdam en Brielle, deels door den Biesbosch en langs de Hollandsche en Zeeuwsche eilanden in de Noordzee vloeit. De tak, welke den naam van Rijn behoudt, en langs Arnhem voortstroomt, loopt voor een klein gedeelte van Wijk bij Duurstede langs Utrecht en Leyden onder de namen van krommen Rijn en ouden Rijn door de Katwijksche sluizen in de Noordzee; voor het grootste gedeelte loopt hij onder den naam van Lek langs Schoonhoven voort, om zich lager met de Maas te vereenigen. De Geldersche IJssel daarentegen vloeit langs Zutphen, Deventer en Kampen in de Zuiderzee, in welke zelfde zee zich ook de Hollandsche Vecht, mede een tak van den Rijn, uitstort.

Deze takken van den Rijn, en evenzoo de andere rivieren, Maas Schelde enz., stroomen des te langzamer voort, naarmate zij meer tot de zee naderen. Door deze minder snelle strooming blijven de medegevoerde steenen met het grove zand allengskens op den bodem der rivier liggen. Zoo ontstaan dan de grind- en zandbanken in onze rivieren. De takken van den Rijn vertoonen allen dezelfde grindsoorten, en wanneer wij deze steenen naauwkeuriger onderzoeken, dan vinden wij daarin de brokstukken der rotsen, waaruit de Rijn in Duitschland en Zwitserland ontspringt. Evenzeer vertoonen ons de grindsoorten van Maas en Schelde hare afkomst van de Fransche en Belgische bergen, waaruit deze rivieren ontspringen.

Behalve deze grovere brokken en zandkorrels, welke meer over

den bodem der rivier door het water worden voortgeschoven, voeren de rivieren nog fijnere deelen mede, namelijk: fijn zand en klei, welke in het water hangende blijven en de soms zoo sterke troebelheid van het rivierwater veroorzaken. Laten wij zulk water langen tijd rnstig staan, dan zinken zand en klei allengskens naar beneden. Het zand zal eerst bezinken, en de kleideeltjes, die door hunne mindere zwaarte (zie het voorgaande hoofdstuk) en meerdere fijnheid langer in het water blijven zweven, zullen ten laatste op het zand afgezet worden.

Hetzelfde zullen wij zien, wanneer wij een stukje matig vette klei in een glas water brengen en zoolang omroeren, totdat alles in het water verdeeld is en daarin drijft. Het zand *z*, dat in gewone klei altijd in ruime hoeveelheid voorkomt, zal op den bodem van het glas het eerst nedervallen, en eerst wanneer het water geheel tot rust is gekomen, zal de klei *k* geheel afgezet worden; een kunstmatig mengsel van zand en klei zal ons het verschijnsel nog duidelijker voor oogen brengen.

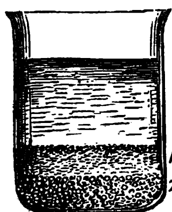


Fig. 15.

Wanneer wij deze proeven op den toestand der ri.ieren overbrengen, dan zullen wij ligtelijk begrijpen, hoe op die plaatsen, waar het water in eene minder snelle strooming of in stilstand geraakt, de rivierslib wordt afgezet. Zulke plaatsen zijn de uiterwaarden, welke bij hare jaarlijksche overstrooming zoo rijkelijk van slib worden voorzien.

Hetzelfde heeft plaats aan de monden der rivieren, dat is op die plaatsen, waar de rivieren in zee uitloopen. Het rivierwater in zijnen stroom door de zee gestuit, geeft daar aanleiding tot de vorming der schorren, door afzetting van de in het water zwevende deelen.

De verdere bijzonderheden over het beurtelings afzetten van zand of klei, naar gelang van de snelheid van den stroom, zullen wij later behandelen. Thans hebben wij slechts voorloopig tot de beantwoording der gestelde vragen willen komen. Wij hebben gezien, dat de door onze rivieren medegevoerde steenen, zand en klei, uit de bergen der naburige landen afkomstig zijn, en naar gelang van de sterkte van den waterstroom hier en ginds zijn afgezet.

Na deze algemeene beschouwingen gaan wij over tot het uiteenzetten van eenige bijzonderheden, en willen ons in breede trekken een beeld vormen van de geschiedenis van onzen vaderlandschen bodem. Vele punten van die geschiedenis moeten wij evenwel met stilzwijgen voorbijgaan, omdat men nog bezig is, daarover nasporingen te doen, of omdat hunne behandeling ons te ver zoude

voeren. Maar wij hopen dat het weinige, onzen lezers hier mede te deelen, hun de zaak toch eenigzins duidelijk zal voor oogen stellen.

Vooreerst willen wij in de vorming van onzen vaderlandschen bodem twee tijdperken onderscheiden en beginnen met het

Eerste tijdperk; vorming der oudere gronden.

Er was voor vele honderden, ja duizenden van jaren een tijd, waarin op de plaats, waar thans ons vaderland ligt, nog grootendeels de zee stroomde. De heuvelen van België, omtrent de steden Brussel en Maastricht, de Duitsche bergen ten oosten van den Rijn en de hoogten van Westphalen staken uit de zee omhoog; maar in ons vaderland lagen slechts eenige gronden droog in het oosten van Overijssel en Gelderland, voorts de St. Pietersberg bij Maastricht enz. Verder was alles zee.

Intusschen stortten de Maas, de Rijn en vele kleinere het toenmalige land doorstroomende rivieren, hunne wateren in de zee uit. Zij sleepten in hunne vaart zand en steenen mede van de bergen, waaruit zij haren oorsprong hadden, en hierdoor ontstond allengs een deel dier gronden, welke bij ons den naam van heide- of zandgronden dragen. Zij bestaan hoofdzakelijk uit zand en steenbrokken, zooals wij thans slechts door sterke waterstroomen langs den bodem der rivieren zien medevoeren. Bedenken wij, over hoe groote uitgestrektheden gronds die stukken steen toen zijn uitgebreid geworden, dan mogen wij vooronderstellen, dat de rivieren in dien tijd veel sterker stroom hadden dan thans.

Dat de steenen van onze heide werkelijk gedeeltelijk door Maas en Rijn zijn aangevoerd, heeft men kunnen onderkennen, door die steenen aan stukken te slaan en inwendig te beschouwen. Aan den buitenkant zijn zij namelijk evenzeer door de verwering veranderd als de rotsen, waarbij wij deze werking boven aantoonden; maar van binnen vertoonen zij hunne ware geaardheid, en wanneer wij die met den aard der steenen uit de rotsen vergelijken, dan vinden wij, dat het zeer dikwijls dezelfde soorten zijn. De vuursteenen op onze heide zijn vaak dezelfde als die, welke men in de krijtbergen bij Maastricht enz. aantreft. De roode korrelachtige steenen (zandsteenen) van onze heide, vindt men evenzeer in de Duitsche bergen, en zoo zouden wij nog eene menigte voorbeelden kunnen noemen.

Dit geldt voornamelijk van de steenen der Utrechtsche, Geldersche, Noord-Brabandsche en Limburgsche heide; in de Noordelijke streken van ons vaderland daarentegen zijn de steenen der heide

van anderen aard, zij zijn waarschijnlijk van de bergen der noordelijke overzeesche landen afkomstig, en schijnen op ijsschotsen van daar tot ons gekomen te zijn. Onder deze laatste zijn ook de grootste steenen, die wij, vooral in het noorden van ons land, menigvuldiger aantreffen, en waarvan eenige ook meer zuidelijk, tusschen de van den Rijn afkomstige steenen, voorkomen. Om zich een denkbeeld te kunnen maken, hoe zij over zee op ijsschotsen zijn tot ons gekomen, terwijl zij nu vaak zoo hoog boven de zee liggen, stelt men zich voor, dat onze zand- of heidegronden toen ter tijde onder water lagen, en dat later door eene of andere oorzaak de grond boven de zee is opgerezen. Maar hierin willen wij ons niet verdiepen; genoeg, door rivieren en over zee, uit noord en zuid, werden de bestanddeelen van onze heidegronden aangevoerd.

Toen die vorming voleindigd was, lagen de provinciën Noord-Braband en Limburg, het oosten van Utrecht, de provincien Gelderland, Overijssel en Drenthe, het oosten van Vriesland en het zuiden van Groningen grootendeels droog. De plaatsen, waar wij thans in ons vaderland heide- of hooge veen- en boschgronden vinden, zijn in dat tijdperk boven water gekomen. De rivieren waren, door de vergrooting van het land, aanmerkelijk langer geworden; de Rijn en Maas zullen zich in het lage land tusschen Utrecht, Nijmegen en 's Hertogenbosch, in zee hebben uitgestort, terwijl de Schelde bij Antwerpen in zee stroomde.

Vele honderde, ja duizende jaren moet dat eerste tijdperk der vorming van onzen vaderlandschen bodem geduurd hebben. Want behalve dat de voornoemde landstreken toen ter tijde werden gevormd, werd het zand met de steenen nog veel verder in de Noordzee weggevoerd. Onder de later gevormde gronden van Holland, Zeeland, Utrecht, West-Vriesland en Noord-Groningen, vindt men steeds het zand onzer heide, op aanmerkelijke diepten onder den grond terug, en op de eilanden Texel, Wieringen en Urk komen nog gedeelten van den ouden zandgrond, met steenen doormengd, op het drooge voor. De dikte der in het eerste tijdperk gevormde lagen is voorts zeer aanzienlijk. Bij Zeist vondt men door het boren eener put, het zand tot op eene diepte van 136 Ned. ellen. Wanneer wij ons hieruit de verbazende uitgestrektheid en dikte der oude zandgronden voorstellen, dan zal het ons niet verwonderen, dat over hunne vorming eene groote tijdruimte moet verstreken zijn. Wel kunnen de rivieren toen eenigzins sneller gestroomd hebben, en daardoor zal de afzetting van het zand ook sneller hebben plaats gehad; maar ook dit in aanmerking nemende,

kunnen wij niet anders dan eene zeer lange tijdruimte voor die vorming aannemen.

Merkwaardig zijn de leembanken, welke men in de heidegronden aantreft, en welke door haren rijkdom aan kalk en klei den heidebewoners vele nuttige diensten bewijzen. Vooral vinden wij ze in grootere uitgestrektheid in onze noordelijke provinciën, onder de steenen van noordschen oorsprong gemengd. Zoo treffen wij op het eiland Urk eene leemlaag aan, waarin, nevens vele kleinere noordsche steenen, groote blokken van meer dan een halve Ned. el middellijn voorkomen. In de zuidelijker heidestreken zijn de banken kleiner, maar komen toch ook veelvuldig voor.

Veel zouden wij nog over onze heidegronden kunnen uitweiden; wij zouden nog van de overblijfselen van groote dieren (olifanten enz.) daarin kunnen gewagen, en over de toenmalige duinen spreken. Maar deze beschouwingen zouden ons te ver voeren; de later in de heidegronden gevormde veenen en oerbanken zullen wij straks behandelen, en wenden ons thans tot de beschouwing van het

Tweede tijdperk vorming der latere gronden (aanslibbingen).

In dit tijdperk kwamen de provinciën Zeeland, Holland, West-Vriesland en Noord-Groningen, de kusten der Zuiderzee, kortom onze lage klei- en veengronden, boven water. De vorming van deze landstreken had meer overeenkomst met hetgeen wij nu nog zien gebeuren; de rivieren, die tot hare wording medewerkten, stroomden rustig als nu; zij zetteden meestal fijn zand en slib af, en vandaar noemen wij de vormingen uit dat tijdperk *aanslibbingen.*

Niet alleen aan de monden der rivieren, in de zee, maar ook langs hare oevers, over den ouden zandgrond, werd het slib afgezet. De langs de oevers der rivieren afgezette klei noemen wij *zoetwaterklei* of *rivierklei.* Wij vinden haar thans in de landen tusschen Rijn, Maas en Waal, langs den IJssel, langs de Maas en Schelde, en langs alle kleinere rivieren en beken; hare vorming komt met de tegenwoordige beslibbing der uiterwaarden overeen. Denken wij ons namelijk in die oude tijden terug, toen ons land nog niet door menschen werd bewoond; toen onze rivieren nog niet bedijkt waren. Bij elken hoogen waterstand stroomde het rivierwater verre over de landen heen, en wanneer het langzamerhand in zijne oevers terugkeerde, liet het de vruchtbare slib achter.

Ondertusschen werd ook veel fijn zand en klei aan den mond der rivieren in zee gevoerd. De zee werd hierdoor allengskens ondieper; op verren afstand van den mond der rivieren werd het

meeste afgezet, doordien op die plaatsen de stroom van het rivierwater geheel in rust kwam door den tegenstroom van het zeewater. Hierdoor ontstond het eerst eene reeks van banken midden in zee, en vormde aldus eenen natuurlijken dam, waarachter de verdere aanslibbingen geregeld en rustig konden voortgaan. Gelijk dit verschijnsel hier in het groot plaats had, vinden wij het in onze dagen nog in het klein terug bij de vorming der schorren of kwelders, in Zeeland, in Groningen en elders; op eenen afstand van de kust vormt zich het eerste drooge land, en de ingedijkte polders vertoonen eene afhelling naar de landkant heen.

Zoo vormde zich dan eene strook land midden in zee; zoodra zij zoover boven water was gekomen, dat zij bij ebbe gedeeltelijk droog lag, werd zij verder door den vloed opgehoogd. Het zeewater komt namelijk tweemaal daags tegen het land op, en vloeit tweemaal daags van het land terug. Het eerste verschijnsel heet opkomend tij of *vloed;* het laatste afgaand tij of *ebbe.* Bij elken vloed werd de grond eenigzins naar het land toegedreven en over zich zelven heenschuivende opgehoogd. Bij het begin der eb werden de fijnere deelen, namelijk de klei, door het zeewater medegevoerd, maar daar bij voortgaande eb de landstreek boven water kwam, zoo bleef het zand op zijne plaats, en kwam allengs geheel droog te liggen. Daar achter was ondertusschen de zee reeds merkelijk ondieper geworden, en langzamerhand kwamen er nieuwe landstreken achter de voormelde landstrook uit de zee te voorschijn. De noord-westen winden stuwden nu den gevormden zandketen op, zoodat deze over het daarachter gelegen land heenwoei, en eene reeks van zandheuvelen vormde, *de duinen;* later komen wij nog op die duinen terug.

Wij willen thans nog eenige bijzonderheden omtrent het verder achter den duinketen gevormde land mededeelen. Het zijn kleigronden, op zand rustende. Zoolang de bodem der zee nog niet genoeg was opgehoogd, en de werking van stroom en golfslag nog te sterk was, kon zich de klei nog niet afzetten. Zoo vormen zich thans nog aan de monden der rivieren, b. v. in Zeeland en Groningen, zandbanken, welke dan eerst met klei bedekt worden, wanneer zij digter aan de oppervlakte van het water komen, en het water meer op de banken blijft stilstaan. Op gelijke wijze had dit met de kleigronden van Zeeland, Holland, langs de Zuiderzee en in de noordelijke provinciën plaats, welke op zandbanken werden afgezet.

Die zandbanken, waarop voormelde kleigronden rusten, onderscheiden zich van den ouden zandgrond uit het eerste tijdperk door de volgende kenmerken. Terwijl in den ouden zandgrond meestal

niets voorkomt dan rolsteenen en eenige onregelmatige leembanken, vertoonen de banken uit het tweede tijdperk eene geregelde afwisseling van zandlagen, mergel- en kleilagen, en vindt men in vele dezer lagen schelpen en andere overblijfselen van dieren, die in zee geleefd hebben. Wij noemden ze *zandbanken*, omdat het zand het eerste is, wat wij onder de kleigronden van voormelde provinciën aantreffen. Al deze in zee afgezette gronden kunnen wij *zeewater-bezinkingen* noemen, waardoor wij hen van de langs de oevers onzer rivieren uitgespreide zoetwaterklei onderscheiden.

Met deze zeewater-bezinkingen werd allengskens de geheele binnenzee tusschen den duinketen en den ouden zandgrond aangevuld, zoodat sommige streken geheel boven water kwamen, terwijl op andere plaatsen binnenslands meeren overbleven, waarin de rivieren hare wateren uitstortten, zoodat die meeren met zoetwater gevuld werden, en de zee tot buiten den duinketen werd teruggedreven.

Zoo was ons land ten tijde van zijne oudste menschelijke bewoners. Het was toen grooter dan in den tegenwoordigen tijd. De duinen, die thans langs de Zeeuwsche en Hollandsche kusten en de noordelijke eilanden loopen, lagen veel verder zeewaarts in, en daar achter was alles land en zoetwatermeer. Ter plaatse, waar thans de Zuiderzee stroomt, was toen deels land, deels lag er het meer Flevo. Zoo bestond ook de zee tusschen de Vriesche en Groningsche kust en de noordelijke eilanden toen ter tijde niet, en te dier plaatse waren landen, van meeren en rivieren doorsneden. De afneming van onzen grond sedert dien tijd willen wij thans in overweging nemen, en gaan dus over tot de

Latere veranderingen van onzen bodem.

Het zal onzen lezers welligt vreemd voorkomen, dat ons land in de latere tijden kleiner is geworden, terwijl toch de vorming van aanslibbingen tot aan den huidigen dag voortgaat. Wij vermeldden immers, dat in Zeeland, langs de Zuiderzee, in Groningen, op vele plaatsen de vorming van schorren steeds voortgaat, dat onze uiterwaarden steeds met nieuw slib worden bedekt, en een afnemen van ons land daarbij zoude zeker verwondering baren, wanneer wij den vijand niet kenden, die ons steeds bedreigt, namelijk de zee.

Vooreerst zagen wij reeds boven, dat de *zeewinden* de duinen landwaarts in verplaatsen, en hierdoor dezen natuurlijken zeedijk van ons land steeds nader tot ons brengen. Alleen in den laatsten tijd is het aan de menschelijke vlijt gelukt, deze verplaatsing door beplanting met duinhelm grootelijks te keeren.

Ten tweede oefent het *zeewater* zelf eene vernielende werking op onze kusten uit, zoodat de kustgronden worden afgeslagen, en naar de diepte der zee worden weggevoerd. Hieraan moet ook grootendeels het afnemen van onze landpalen worden toegeschreven, waarvan wij zoovele voorbeelden hebben. Scheveningen en zoovele andere dorpen zijn hierdoor gedeeltelijk of geheel verzwolgen. Bijzonder sterk ziet men deze afslijping bij den Helder. Aan dezen uithoek van Holland treft men thans langs de kust een vaarwater van ongeveer dertig Ned. ellen diepte aan, terwijl terzelfder plaatse voor minder dan drie honderd jaren nog eene breede landstrook aanwezig was. Deze werking der zee was het, die langzamerhand ook vele landen binnen den duinketen wegnam, en bij noord-westen stormen ook de gronden verzwolg, waar thans de Zuiderzee ligt.

Maar, zullen onze lezers vragen, wanneer wij in latere tijden meer van ons land door de zee zien wegnemen, dan door het rivierslib weder wordt aangevoerd, hoe heeft het zich dan kunnen vormen?

Vele redenen konden wij bijbrengen, om dit vraagstuk op te lossen. Er kan in overoude tijden dagelijks eene grootere hoeveelheid slib en zand door de rivieren zijn medegevoerd, dan thans geschiedt. Welligt was de vernielende kracht der zee minder sterk; welligt was de Noordzee toen ter tijde niet met den grooten oceaan in gemeenschap, en was Engeland aan het vaste land verbonden, waardoor de vloeden, ebben en zeestroomingen minder sterk waren en het zeewater misschien een lageren stand had. Door eene rijzing van het zeewater kunnen daarna vele landen verzwolgen zijn. De bodem kan ook gedaald zijn, hetzij door uitdrooging en zamenpakking der afgezette lagen (vooral veenlagen), en door bezinking van drijftillen (zie blz. 76), hetzij door eene onderaardsche werking. Later zal de bedijking der rivieren, die de ophooging van het land tegenging, alsmede het ophouden van de aangroeijing der veenen en verder hunne afgraving nog veel invloed gehad hebben. Ziedaar redenen genoeg; het zoude ons te ver voeren, ze hier nader in overweging te nemen, en wij willen er alleen deze gevolgtrekking uit opmaken, dat het afnemen van ons land in de latere tijden niet met zijne vorming op de vroeger vermelde wijze in tegenspraak is.

Wij willen thans eenige veranderingen in den loop der rivieren behandelen, welke in latere tijden hebben plaats gegrepen. Het grind en zand, dat op den bodem der rivieren wordt afgezet, vormt aldaar velerlei banken, waarlangs het water in allerlei kronkelingen zich

moet voortbewegen. Vandaar, dat wij zoovele krommingen in onze rivieren aantreffen. Vaak zal de rivier zich, door voortgaande verzanding, een anderen weg zoeken te banen, en toen de rivieren nog niet bedijkt waren, veranderden zij hierdoor menigmaal van loop.

Terwijl thans het grootste gedeelte van het Rijnwater langs de Lek en Waal wordt afgevoerd, stroomde vroeger een niet onaanzienlijk deel van deze rivier langs den krommen Rijn, voorbij Utrecht, en verder voorbij Leyden naar de Noordzee; ook in de landen, waar thans de Hollandsche Vecht en de Utrechtsche Eem stroomen, schijnen te eeniger tijde takken van den Rijn gevloeid te hebben, zoodat in het algemeen het Rijnwater zich meer noordwaarts in zee ontlastte. Van hier, dat in later tijden, toen de Rijn zijnen loop zuidelijker nam, de noordelijke streken niet meer met slib bedekt werden en te meer door de zee werden weggenomen, terwijl de Zuid-Hollandsche en Zeeuwsche eilanden niettegenstaande de vernielende werking der zee ten huidigen dage toenemen.

De invloed, dien de bedijking onzer rivieren op den toestand van ons land heeft uitgeoefend, is zeer aanmerkelijk. Hierdoor zijn wel de binnendijksche landen voor de ontijdige overstroomingen bewaard geworden, en hierdoor beter bewoonbaar gemaakt, maar tevens zijn zij van de vruchtbaarmakende beslijkingen beroofd geworden, welke voor onze uiterwaarden zulk eene onuitputtelijke bron van welvaart opleveren. De rivieren, die op vele plaatsen haar bed ophoogen, kunnen nu geen anderen loop meer nemen, en er ontstaan hier en daar ondiepten, terwijl op vele plaatsen de dijken gedurig moeten opgehoogd worden.

De hand des menschen weet evenwel deze bezwaren veelal te boven te komen, door het graven van nieuwe kanalen ter afwatering en andere voorzorgen, en langzamerhand is de kunstmatige loop van het water in ons land tot eene bewonderenswaardige regelmaat gebragt. Maar van tijd tot tijd worden wij door overstroomingen daaraan herinnerd, dat wij met al ons streven steeds afhankelijk blijven van de hand des Almagtigen, en dat menschenkrachten niets vermogen tegen Zijnen wil.

Onder de veranderingen, welke in latere tijden in ons land hebben plaats gegrepen, behoort ook het

Ontstaan van de veenen,

tot wier beschouwing wij thans overgaan. De veenen zijn uit eene eigenaardige verrotting van planten ontstaan. Planten die in water rotten, ondergaan eene verandering, welke zeer verschilt van de

verrotting van planten in de lucht. Een blad, dat langs den weg is neêrgevallen, zien wij langzamerhand verdwijnen, zoodat alleen het geraamte overblijft. Die bestanddeelen van het blad, welke uit de lucht genomen waren, keeren grootendeels tot de lucht terug, en wij kunnen deze rotting in de lucht vergelijken met eene langzame verbranding, waarbij alleen de hardere deelen en de asch overblijven. Rot het blad daarentegen in vochtigen staat, eenigermate van de lucht afgesloten, zoo ontstaat er eene vermolming, die wij *verkoling* noemen, omdat zij vergeleken kan worden met het smeulen van hout in eene beslotene ruimte, bij geringe toetreding der lucht, waarbij men *houtskool* overhoudt. Even als bij die verkoling van hout, ontwijken er bij de rotting van planten in water eenige luchtsoorten; het zijn bestanddeelen der planten, die tot de lucht terugkeeren; de luchtbellen, die wij in stilstaand water zien opborrelen, zijn zoodanige luchtsoorten, die uit rottende planten ontwijken. Maar een ander deel der planten blijft bewaard, en wel voornamelijk de *koolstof*, die ook een voornaam bestanddeel van den turf uitmaakt.

De turf vertoont ons nog vele overblijfselen van vermolmde planten; bij zijn ontstaan is de *verkoling* evenwel niet zoo ver gegaan, dat er niets anders dan koolstof is teruggebleven. Die volmaakte verkoling vinden wij eerst bij de alleroudste *steenkolen.* Want ook deze zijn uit planten ontstaan en vertoonen ons daarvan nog vele overblijfselen; het waren andere planten dan de thans bestaande, want de steenkolen zijn in oude tijden gevormd, voordat ons vaderland nog bestond. Hoe zij van den toestand van turf in dien van steenkool zijn overgegaan, willen wij hier niet beslissen; genoeg, dat wij hen als turf der voorwereld kunnen beschouwen, en thans tot den eigenlijken turf terugkeeren.

Wij kunnen tweeërlei soorten van veen onderscheiden, *hoog* en *laag veen.* Hooge veenen komen grootendeels voor op den ouden zandgrond uit het eerste tijdperk, en zijn uit de vermolming van vochtige bosschen, heideplanten enz. gevormd. Lage veenen zijn uit eigenlijke waterplanten ontstaan, die onder den waterspiegel rotteden. Zij komen in de latere aanslibbingen van ons land veelvuldig voor. Beide soorten van veen willen wij thans nader beschouwen.

Hooge veenen.

Nadat de oudere zandgronden van ons vaderland gevormd waren, begonnen daarop bosschen te groeijen; lang vóór den tijd, dat

menschen ons land bewoonden, werden die bosschen door de natuur gevormd, daar de wind de zaden der boomen heinde en verre verspreidde. Eiken, dennen, berken en elzenboomen kennen wij als bestanddeelen dier natuurbosschen. De jaarlijks afvallende bladeren vormden eene laag bladaarde op den boschgrond en deze stoffe trekt, gelijk wij reeds in het voorgaande hoofdstuk aantoonden, veel water uit de lucht tot zich, waardoor vooral op lagere plaatsen de boschgrond meestal in een drassigen toestand verkeerde. Hierdoor waren de voorwaarden tot veenvorming voorhanden; eerst strekte zij zich slechts tot de afvallende deelen uit, terwijl de boomen zelf nog honderde jaren in den veengrond bleven groeijen. Noord-westen stormen wierpen vele boomen omver, en wij vinden hen meestal in die rigting in de veenen liggen, vaak nog wel bewaard, daar zij, dieper in den veengrond inzakkende, van de lucht afgesloten en onveranderd bleven. Want bij de veenvorming, die wij met eene verkoling vergeleken, is, even als bij deze, eene zekere, hoewel niet te groote hoeveelheid lucht noodig. Meer nog dan de stammen der boomen vinden wij de stronken terug, die eerder onder het veen begraven en van de lucht afgesloten konden blijven.

Hoe dikker het veen onder de bosschen werd, des te meer water trok het uit de lucht tot zich, zoodat er eindelijk geen boomen meer konden groeijen. Veenmos en andere planten vormden dan het bovengedeelte der hooge veenen, en eindelijk werd alles met het gewone heidekruid overdekt. Deze vorming der hooge veenen ging nog voort, toen ons land door menschen bewoond werd. Groote bosschen, die ten tijde der Romeinen (vóór 1800 jaren) alhier bestonden, zijn langzamerhand verdwenen en in veen overgegaan.

In overeenstemming met hetgeen wij gezegd hebben, vinden wij in de hooge veenen in 't algemeen: — aan de oppervlakte heideplanten; daaronder een veen, uit kleine planten ontstaan; onderaan veen met boomstammen en stronken, dat op den ouden zandgrond rust. Niet altijd vinden wij evenwel deze opvolging, er kan zich natuurlijk ook veen vormen uit kleinere planten, zonder dat er vroeger boomen gegroeid hebben; zoodanige kleine veenkommen treffen wij in de heide veelvuldig aan.

Merkwaardig zijn nog de banken van ijzererts of oer, wier ontstaan naauw met de vermolming van planten in den zandgrond in verband staat. De oude zandgrond bevat, zooals trouwens alle gronden, eene aanmerkelijke hoeveelheid ijzer; het ijzer is daarin in eenen onoplosbaren toestand voorhanden, en veroorzaakt de

gele of roodachtige kleur van het zand. Maar wanneer zoodanig zand met rottende wortels en andere plantendeelen in aanraking komt, verbindt het ijzer zich met de bij de rotting ontstaande zuren (zie het voorgaande hoofdstuk) en wordt dan in dezen gebonden staat in water opgelost. Zoo ziet men het zand in de nabijheid van rottende plantendeelen zijne gele of bruine kleur verliezen, ten bewijze, dat het ijzer daaruit is weggevoerd. De opgeloste ijzerverbinding wordt nu, zoodra de lucht daarbij kan toetreden, weder onoplosbaar, en zet zich dan in banken in den grond af en omkorst de wortels der planten; dit zijn de oerbanken, welke den landbouwer zoo groot ongerief veroorzaken. Brengt men zoodanige oerbanken uit de diepte naar boven, en verdeelt men hen onder den anderen grond, zoo zal hunne nadeelige werking voor een tijd vernietigd zijn; maar het ijzer kan te eeniger tijd weder opgelost worden, en tot nieuwe banken worden afgezet, weshalve het zekerste middel steeds blijven zal, deze banken, waar zulks doenlijk is, uit den grond weg te nemen; wij zullen hier niet verder over dit onderwerp uitweiden, hetgeen wij tot het hoofdstuk over de drooglegging der gronden willen besparen, en gaan thans over tot de

Lage veenen.

Stellen wij ons den toestand van ons land voor oogen, toen het grootste gedeelte van de latere aanslibbingen was afgezet, en ter plaatse van de binnenzee, tusschen de duinen en den ouden zandgrond, gedeeltelijk land, gedeeltelijk zoetwatermeeren waren gevormd. Op de ondiepe plaatsen der meeren, waar weinig stroom was, begonnen zich nu waterplanten te ontwikkelen, welke aanleiding tot het ontstaan der lage veenen gaven.

Wij zien thans nog, dat in water van meer dan eene Ned. el diepte, het veen ontstaat door zoogenaamde *rietzodden*, *kraggen* of *drijftillen*, dat zijn drijvende veenbanken. Eerst groeijen waterplanten (vooral scheeren) op den grond van het water, en vormen daar eene laag modder. Daarin groeijen later rietsoorten en andere grootere planten, wier holle stengels de modderlaag ligter maken, zoodat zij allengskens op het water komt drijven. Op het drijvende eiland ontstaan nu grassoorten, die in den loop der jaren afsterven, en in veen overgaande, weder voor nieuw gras plaats maken. Het drijvende eiland wordt aldus (wanneer het niet afgehooid wordt), allengskens dikker, zinkt dieper en dieper in het water, bereikt op het laatst den bodem, en het veen is gevormd. In minder diepe wateren

kan het veen ook zonder zulke drijvende eilanden, op velerlei wijzen, gevormd worden. Voormelde wijze van veenvorming kan ook niet in onbepaald diepe wateren plaats grijpen, daar in zoodanige geen waterplanten op den bodem kunnen groeijen, en ten allen tijde is een rustig water een vereischte voor de veenvorming. Genoeg, op eene der wijzen, die wij nog tegenwoordig zien plaats grijpen, ontstonden de lage veenen, welke wij in Groningen en het westen van Vriesland, langs de Zuiderzee en in de provincie Zuid-Holland aantreffen. De veenvorming ging aldaar zoolang voort, totdat de bodem boven het water uitstak. Daarna groeiden op sommige plaatsen bosschen daarop, welke vaak in veen overgingen, zoodat wij soms hoog veen op laag veen aantreffen. Op andere plaatsen werd het veen door klei overdekt, zooals wij bij de Zeeuwsche derrievelden ontwaren; ook op den grond der Zuiderzee vinden wij veen, door klei bedekt. Toen aldaar nog land en zoetwatermeeren waren, ontstonden er namelijk uitgestrekte veenen, waarvan wij op het eiland Marken nog een aanzienlijk overblijfsel zien; toen de zee deze streken bedekte, spreidde zij zeewaterklei over het veen uit.

De Hollandsche lage veenen liggen in den regel op klei, terwijl de lage veenen in Groningen en Vriesland, langs de Zuiderzee tot aan de Hollandsche Vecht toe op zandgrond, waarschijnlijk den ouden zandgrond, rusten. Het is dus voornamelijk in Holland, dat men het der kosten waardig heeft geacht, de uitgeveende plassen *droog te maken*. Het bovengedeelte der lage veenen ligt doorgaans op de hoogte van den waterspiegel van de rivieren; wanneer de turf daaruit gestoken is, zijn zij in merkelijk diepe plassen verkeerd. Zal men deze droog maken, zoo worden zij eerst met een dijk omgeven, en vervolgens wordt het water daaruit verwijderd. Vroeger werd het water door middel van windmolens daaruit gemalen, en in de nabijliggende vaart of rivier overgestort. Er zijn echter ook droogmakerijen, welke vroeger geen uitgeveende plassen waren. Belangrijke droogmakerijen uit vroeger tijd zijn de Beemster en Purmer in Noord-Holland; deze zijn evenwel in onze dagen verre overtroffen door de droogmaking van het Haarlemmermeer.

Hoewel dit meer geen uitgeveende plas is, zoo meenen wij het hier toch niet met stilzwijgen te kunnen voorbijgaan. Hierbij werd, wat vroeger door windmolens werd verrigt, door drie reusachtige stoomwerktuigen tot stand gebragt. Elk stoomwerktuig bragt groote pompen in beweging, welke het water uit het meer ophaalden, en in de ringvaart overstortten. Op die wijze heeft men binnen weinige jaren 18,000 bunders land, over 't algemeen zeer vruchtbaren grond, gewonnen.

In den nieuwen Haarlemmermeerpolder is het dus, even als in de vroeger droog gemaakte streken, aan de menschelijke vlijt gelukt, zich diep onder den waterspiegel veilige woning en heerlijken bouwgrond te verschaffen. Maar overal in die streken moet men de watermolens en stoomwerktuigen laten staan. Vooreerst namelijk moet het overtollige regenwater voortdurend daaruit verwijderd worden. Daarbij komt nog eene omstandigheid. Uit het tweede hoofdstuk weten wij, dat het water zich onder en boven den grond steeds op eene gelijke hoogte tracht te stellen, welke wij waterspiegel noemen; liet men dus de lage polders aan zich zelf over, zoo zoude allengskens het water onder door den grond daarin dringen, totdat zij geheel verdronken waren, en de blijvende watermolens en stoomwerktuigen moeten ook dit water voortdurend verwijderen.

Uit hetgeen wij over den ondergrond der veenen zeiden, blijkt dat iedere landstreek hare eigenaardigheden heeft, en dat het b. v. zeer ongepast zoude zijn, wanneer de Hollander den Vries verwijten wilde, dat hij zijne veenplassen niet droog maakte; immers zoude hij daaronder slechts onvruchtbaar zand vinden.

Zoo regelen zich in elk gewest de gewoonten naar den aard van den bodem; wanneer de bewoners der kleigronden het hout vaak van zoo verre laten komen, dan geschiedt dit, omdat hun grond voor houtteelt veel te kostbaar is. Wanneer in de Hollandsche polders vaak alleen veeteelt en geen landbouw gedreven wordt, zoo geschiedt dit, omdat deze waterachtige lage gronden slechts voor wei- en hooiland geschikt zijn. Zoo zijn er duizend verhoudingen, waarin verschillende handelwijzen verkieslijk zijn; en ieder nadenkend landbouwer zal, vóórdat hij eene verandering tot stand brengt, vragen: of die verandering ook met den aard der landstreek overeenkomt. Hiervan zouden wij nu reeds vele voorbeelden kunnen geven, maar zij zullen beter in volgende hoofdstukken ter hunner plaatse te vermelden zijn.

In dit hoofdstuk hebben wij onzen lezers slechts een denkbeeld willen geven van de vorming van onzen bodem. Wij hebben gezien, hoe uit eenvoudige oorzaken onze rijke gronden van zoo verscheiden geaardheid ontstaan zijn. Het regenwater slijpt de bergen af; de rivieren voeren het slib en zand naar de zee; de zeestroomen verplaatsen deze afzettingen, hoogen ze hier op, voeren ze ginds weder weg. Zoo vormden zich onze rijke weigronden, onze boschgronden, onze duinen, die natuurlijke dijken tegen het geweld der zee. Worden wij bij het nadenken over deze groote uitkomsten, door

zoo eenvoudige middelen tot stand gebragt, niet met bewondering en eerbied voor den Almagtige vervuld?

Het is een gezegend land dat wij bewonen. Mogen wij ook al geene goudmijnen bezitten, en de nuttiger ijzer- en steenkolenmijnen ontberen, zoo bevat ons land toch bronnen van welvaart, die daartegen rijkelijk kunnen opwegen. Zoo ergens, dan wordt hier te lande de hand des vlijtigen gezegend. Alom liggen vruchtbare velden om ons uitgespreid, en er is geen plekje bijna op onzen bodem, hoe dor het ook schijne, of de menschelijke kunst kan het tot een nuttig gebruik aanwenden. Overal verspreidt het water welvaren en vruchtbaarheid, en bevordert het verkeer tusschen de verschillende deelen van ons vaderland. Het water maakt onze uiterwaarden vruchtbaar en schenkt jaarlijks aan de bewoners onzer kusten heerlijke gronden, die door eene eenvoudige bedijking in veilige en vruchtbare woonplaatsen worden herschapen. Het water bewaarde voor ons de veenen, die rijke bron van volksgeluk; en daaronder heeft het nog de schoonste weilanden voor ons nedergelegd. Duizend en duizend molens brengt het water in beweging: het beschermt ons in tijden van gevaar voor den naderenden vijand.

Zoo is het water een der heerlijkste geschenken, waarmede de Voorzienigheid ons land gezegd heeft. Maar het is slechts dan een zegen, wanneer wij werkzaam blijven, en geen oogenblik in onze waakzaamheid verslappen. Nu dreigen de noord-westerstormen, straks zwellen de rivieren tot eene ongekende hoogte; hier verzandt eene rivier, ginds wordt een lage polder bedreigd. Zoo kunnen wij slechts door eensgezindheid en vereeniging van al onze krachten ons land beveiligen; en waar eene landstreek door rampen geteisterd werd, daar was immer elk regtgeaard Nederlander bereid, zijnen broederen bij te staan. De rampen, die ons treffen, wegen op verre na niet op tegen de zegeningen, in ons vaderland genoten. Nog veel is er bij ons te doen; rijker vruchten kunnen wij nog van vele onzer gronden inoogsten; tot die verbeteringen bij te dragen, door den landbouwer omtrent de natuur, die hem omringt, in te lichten, is het doel dezer hoofdstukken.

W. A. J. van Geuns.

V.

BESTANDDEELEN DER PLANTEN.

Wanneer men overweegt, wat door den landbouw in ons vaderland wordt opgeleverd, dan blijkt het, dat de opbrengst, welke de meeste landbouwers van hunne akkers trekken, op verre na niet zoo groot is, als die zou kunnen zijn, indien bij het bebouwen alle regels werden in acht genomen, die door de kennis van den aard en den groei der gewassen, en door de ervaring aan de hand gegeven worden. De groei der planten en de soort van voedsel zoowel als de wijze, waarop zij dit opnemen, is aan vaste regelen gebonden, en wie willens of onwetend tegen die regelen zondigt, kan niet verwachten, dat hij de grootst mogelijke opbrengst zal ontvangen, omdat hij niet aan alle voorwaarden tot een goeden plantengroei voldaan heeft.

Zoo aan een van u, mijne lezers, een dier ter verzorging werd gegeven, wat u onbekend was, en gij wenschtet, het in het leven en gezond te houden, zou niet uwe eerste vraag zijn: Hoe moet het gehuisvest en verzorgd worden? Welk voedsel heeft het noodig? Gij wist toch, dat men eene duif niet met vleesch, een valk niet met gras voeden kan? Welnu, waarom doet men die vragen ook niet, waar gewassen gekweekt moeten worden? Zij zijn immers bij de planten even belangrijk als bij de dieren? Want planten kunnen, evenmin als dieren, goed gezond zijn en krachtig groeijen, zoo zij niet ontvangen, alles wat zij noodig hebben.

Men meent dikwijls den groei der tarwe en rogge, en van de andere planten, die gewoonlijk gekweekt worden, reeds genoegzaam te kennen. En echter het is er verre af, dat zelfs de schranderste en geleerdste man op aarde met alles van dien groei behoorlijk bekend zou zijn. Doch zooveel weet men er toch van, dat men hier en daar handelwijzen in den landbouw kan aantoonen, die stellig verkeerd zijn en nadeelig werken, zoodat de planten òf geen voedsel genoeg ontvangen, òf geene behoorlijke woonplaats hebben, òf door uitwendige invloeden in haren groei gestoord worden.

Om tot die overtuiging te geraken, wordt echter eene meer grondige

kennis van de plant vereischt, dan thans het eigendom van het algemeen mag heeten. Wil men weten, waarin die kennis bestaat, dan behoeft men slechts omtrent de planten de straks genoemde vragen zich voor te leggen, en hij, die daarop een volledig antwoord kan geven, heeft reeds een diepen blik geslagen in de geheimen van het plantenleven. Want om de eerste vraag: "Hoe moet de plant gehuisvest worden?" te beantwoorden, heeft men kennis noodig van al wat de plant omringt. Men moet, behalve de lucht, ook het water kennen, waarmede het gewas uit den grond gevoed wordt; men moet weten, welke de aard is van den grond, waarin het wortelen zal.

Voor de tweede vraag: "welk voedsel heeft de plant noodig en hoe moet zij verzorgd worden?" behoeft men bovendien nog kennis van de stoffen, die in de plant gevonden worden; men moet weten, hoe de plant gebouwd is, en in welken vorm zij het voedsel kan opnemen en verwerken, om te kunnen beoordeelen, welk voedsel men aan de plant geven kan. En wat de verzorging betreft, hiertoe wordt kennis van de leefwijze en huishouding der plant vereischt; kennis van ontkieming, bloeitijd en rijpworden; kennis vooral van hare afhankelijkheid van vocht, licht en warmte, die magtige invloeden, welke zooveel voor- en nadeel aan de plant kunnen aanbrengen.

Ten einde nu de belangstellende landbouwers in de gelegenheid te stellen, zich die zoo noodige kennis zonder groote moeite te verschaffen, zullen wij in dit en de volgende hoofdstukken eene korte handleiding daartoe geven,. en daarin reeds de toepassing vinden van het vroeger omtrent lucht, water en grond medegedeelde.

Wij beginnen met de beschouwing van

De bestanddeelen der planten.

Wanneer hout verbrandt, dan schijnt een groot gedeelte te verdwijnen, maar een klein gedeelte blijft, nadat het hout verbrand is, daarvan over. Hetzelfde zien wij ook, zoo wij een zwavelstok verbranden; er blijft dan eene witte stof over, die nagenoeg den vorm van den zwavelstok behouden heeft, maar zoo ligt is, dat zij door den wind gemakkelijk weggevoerd wordt. En welke plant wij ook nemen, wij zullen altijd vinden, dat, nadat het vuur het grootste gedeelte daarvan verwijderd heeft, wij een deel der plant overhouden, dat zich voordoet, als een min of meer grijs of bruinachtig poeder, en gewoonlijk *asch* genoemd wordt. Wij kennen geene plant, en zelfs geen deel van eene plant, waaruit die asch bij verbranding niet verkregen wordt, en wij mogen dus, zoo wij onderzoeken zullen, welke de bestanddeelen der planten zijn, deze

reeds aanstonds splitsen in *stoffen die verbranden kunnen*, en *stoffen, die na de verbranding terugblijven.* [1])

Wij zullen eerst de onverbrandbare nader onderzoeken en daarna de andere beschouwen, doch moeten vooraf nog met een woord spreken van een ander bestanddeel van alle planten, dat niet verbrandt en toch ook niet als asch achterblijft. Dit bestanddeel is *het water*, dat in elk gewas in aanzienlijke hoeveelheid gevonden wordt, doch het meest in de saprijke, groene planten, waar het water soms $\frac{3}{4}$ tot $\frac{7}{8}$ van het gewigt der versche plant kan uitmaken. Dit water is noodzakelijk voor het gewas, om de noodige voedingsstoffen aan te voeren, en om het leven in de verschillende deelen te onderhouden, zoo als later duidelijk blijken zal. De hoeveelheid van dit water verschilt echter zeer in dezelfde plant, naarmate van de vochtigheid van de lucht en van den grond; naarmate van het uur van den dag en van den tijd des jaars, en naarmate het gedeelte der plant meer of min jeugdig en bestemd is, om weeke of harde drooge gedeelten te vormen. Dit water verbrandt niet mede, wanneer de plant op het vuur geworpen wordt, zooals uit het gezegde in het 1e en 2e hoofdstuk duidelijk is, doch het wordt in waterdamp veranderd en heeft hiertoe veel warmte noodig. Van daar dat groene versche planten niet zoo goed branden, als droog hout. Het water dat eerst ontwijken moet, houdt de verbranding tegen. Over dit water nu zullen wij hier niet verder uitweiden, daar het in het 2e hoofdstuk reeds uitvoerig behandeld is, en daar de invloed er van op het plantenleven in dit en de volgende hoofdstukken toch telkens ter sprake zal komen.

Het onverbrandbare gedeelte of de asch der planten

maakt in hoeveelheid wel het geringste deel uit, zoodat men op 100 pond drooge planten dikwijls niet meer dan 2 of 3 pond asch vindt, doch deze 2 of 3 pond zijn voor het leven der plant niet minder noodzakelijk, en uit een landbouwkundig oogpunt niet minder belangrijk dan de 98 of 97 andere.

---

1) Hierbij moet ik echter terstond opmerken, — wat uit de verdere beschouwing nog duidelijker zal worden, — dat in de levende plant die verbrandbare en onverbrandbare stoffen niet gescheiden zijn. maar één geheel vormen. Wij maken alleen die scheiding, om ons daardoor een beter overzigt te verschaffen, en wij vinden de aanleiding er toe daarin, dat de eene soort van stoffen zich bij de hitte des vuurs anders gedraagt dan de andere. Doch wij mogen, zonder het wezen der plant te miskennen, ons die stoffen in de levende plant niet aldus gescheiden denken.

Immers van waar komt die asch in de planten? De planten staan geworteld in den grond, en zijn omringd van lucht, terwijl zij gedrenkt worden door het water, dat, hetzij als regen op de planten zelve nedervalt, hetzij in den grond gedrongen de wortels bevochtigt. De asch moet dus even als al de andere bestanddeelen der plant afkomstig zijn òf uit de lucht, óf uit het water, òf uit den grond. Uit de lucht nu hebben de planten hare asch niet verkregen, want asch kan zelfs door de hitte van het vuur niet in lucht veranderd worden; zij kan dus ook onder de gewone omstandigheden niet in de lucht voorhanden zijn.

Evenmin kan het regenwater, dat op de bladeren valt, aan deze de stoffen geven, die de asch zamenstellen. Want het regenwater is, zoo als wij in het 2e hoofdstuk gezien hebben, [1]) nagenoeg zuiver water, dat alleen een weinig van de lucht, waardoor het valt, heeft medegenomen.

Er blijft dus niets anders over, dan dat de asch der planten afkomstig is uit den grond, en wel òf uit den grond zelven, òf uit het water, dat in den grond is. Daar echter de stoffen, die wij in het grond- of welwater vinden, door dit water uit den grond zijn opgelost, zoo komt ten slotte toch de asch uit den grond zelven, en het water is alleen het middel, om die stoffen in de plant te doen overgaan.

Wanneer nu de planten de stoffen voor de asch, die zij noodzakelijk behoeven, voor verreweg het grootste gedeelte, alleen uit den grond kunnen verkrijgen, dan moet de grond ook die stoffen in genoegzame hoeveelheid bevatten, zoo de gewassen daarop behoorlijk groeijen zullen. En ziedaar reeds terstond het hooge belang van de kennis aan die asch voor den landbouwer aangewezen. Gebrek aan de noodige hoeveelheid van die stoffen, is eene der redenen van de onvruchtbaarheid van vele akkers. Wij moeten daarom over die asch een weinig uitvoeriger handelen en zullen eerst eenige bijzonderheden nagaan, die men ten opzigte van de hoeveelheid der asch in de planten heeft opgemerkt, en daarna onderzoeken, uit welke bestanddeelen die asch bij verschillende landbouw-gewassen bestaat.

Wanneer men van verschillende planten de wortels en bladeren, de

---

1) Wij mogen bij deze algemeene beschouwing, de uiterst geringe hoeveelheid vaste stoffen, in het regenwater voorhanden, buiten rekening laten, even als wij van hetgeen als stof op de bladeren gebragt wordt, hier geene melding maken. Beide hoeveelheden zijn te gering, om op de waarde van ons besluit eenigen invloed te hebben.

bloemen en vruchten afzonderlijk verzamelt, deze zorgvuldig droogt, en daarna eene gewogene hoeveelheid van die gedroogde plantendeelen voorzigtig verbrandt, dan zal men wel telkens eene zekere hoeveelheid asch vinden, doch die hoeveelheid zal bij de bladeren b. v. van verschillende planten en evenzeer bij de verschillende deelen van eene zelfde plant zeer verschillend zijn. Met andere woorden: men vindt in het eene plantendeel veël meer asch dan in het andere; en de verschillen, die ten dezen aanzien opgemerkt zijn, mogen zeer belangrijk heeten, omdat zij eene der vele redenen aan de hand geven, waarom het eene gewas meer dan het andere den grond uitput; waarom het eene gewas op dezen, het andere op genen grond niet groeijen wil.

De verschillen, die men in de hoeveelheid asch bij onderscheiden planten waarneemt, hangen af:

1°. *Van de soort der plant*, zoo als uit enkele voorbeelden reeds genoegzaam blijken kan. In 100 pond drooge of watervrije planten is aan asch gevonden bij de

Aardappelplant	16, 18, 20	pond.
Roode klaver	8	"
Hop	10	"
Raaigras	10, 9, 11	"
Jonge heide	2	"

Evenzoo zoude men bij andere planten wederom andere hoeveelheden asch vinden; doch het is onnoodig, hierbij langer stil te staan, daar deze hoeveelheid niet alleen van de soort der plant, maar ook vooral afhangt

2°. *Van het deel der plant*, dat men onderzoekt. Zoo vindt men in het stroo niet evenveel asch als in het zaad derzelfde plant, in den wortel niet evenveel als in het blad. Men zal, zoo men het aschgehalte van twee verschillende planten onderzoekt, reeds verschil kunnen vinden, wanneer de eene plant betrekkelijk meer blad, of meer zaad heeft dan de andere, en men zal niet kunnen beoordeelen, in hoeverre de verschillende hoeveelheid asch in verband staat met de verschillende plantensoorten, zoo men niet vooraf bepaald heeft, hoeveel blad en stroo en zaad elke der planten bezit. Het is daarom beter, om de asch van het zaad, van het stroo, van de bladeren afzonderlijk te beschouwen en te vergelijken, even zoo als men ook in den landbouw gewoon is, op zaad en stroo afzonderlijk te letten, daar beide niet altijd in dezelfde mate ontwikkeld zijn.

In hoeverre nu het aschgehalte bij de verschillende deelen van dezelfde plant onderscheiden is, kan blijken uit de volgende twee

voorbeelden, die zulks aantoonen voor eene eenjarige plant en voor eene boomsoort.

Bruine haver van Edimburg.

Korrels	2	procent	asch.
Kaf	19	"	"
Bladeren	11	"	"
Bovenste stroo	8	"	"
Middelste stroo	6	"	"
Onderste stroo	7	"	"

Kastanje boom.

Jonge bast	8	procent	asch.
Jong hout	1	"	"
Jonge bladeren	9	"	"
Bladsteel	14	"	"
Bloemstengel	11	"	"
Onrijpe vruchten	4	"	"
Rijpe vruchten			
Pit	3	"	"
Groene schil	7	"	"
Bruine schil	2	"	"

Evenzoo heeft men de asch van de verschillende deelen der meeste landbouwgewassen en der meest gebruikelijke houtsoorten onderzocht, en daarin wel vele verschillen, maar toch ook hier en daar belangrijke overeenkomst gevonden. Zoo bevat het zaad van onze gewone granen meest altijd 2 proc. asch, terwijl in de boonen en erwten dit, in ronde getallen uitgedrukt, 3 procent, en in de oliezaden 4 procent is. Bij het stroo der graansoorten vindt men meer verschil; het stroo der wintertarwe en rogge bevat ongeveer 4,5 proc. asch, terwijl dat der zomergewassen gewoonlijk meer asch houdt; bij garst en zomerrogge is het 5, bij haver zelfs 7 procent. Het stroo der peulvruchten bevat in het algemeen 5 en dat der oliezaden 4,5 procent asch.

Van alle plantendeelen vindt men in den regel de grootste hoeveelheid asch in de bladeren, en wel meer nog in die der kruidachtige planten dan in die der boomen. Zoo bestaat ongeveer een vierde van de drooge tabaks- en hennepbladeren uit asch. Daarentegen worden in de wortels gewoonlijk veel minder onverbrandbare stoffen gevonden, en de hoeveelheid van deze komt nagenoeg overeen met die, in den stengel voorhanden. Het hout der boomen is van alle plantendeelen het minst aschhoudende. Wanneer men eindelijk in ronde getallen het aschgehalte van de voornaamste plantendeelen in het algemeen wil uitdrukken, dan komt men ten gevolge van al de daaromtrent in het werk gestelde onderzoekingen tot de volgende cijfers;

Voor een- en tweejarige planten.

Zaad	3	procent	asch.
Stengel	5	"	"
Wortel	4	"	"
Bladeren	15	"	"

Voor boomsoorten.

Zaad	3	procent	asch.
Hout	1	"	"
Bast	7	"	"
Bladeren	10	"	"

Uit het medegedeelde kunnen wij onmiddellijk partij trekken voor den landbouw. Daar in den regel de boomen minder onverbrandbare stoffen bevatten dan de kruidachtige gewassen, en daar vooral het hout zoo weinig daarvan behoeft, zoo kan hieruit ten deele reeds verklaard worden, waarom boomsoorten groeijen kunnen op plaatsen, die voor de granen en voedergewassen te weinig onverbrandbare stoffen zouden opleveren. Wel bevatten de bladeren betrekkelijk eene groote hoeveelheid asch, doch in den herfst worden deze stoffen met het afvallend loof aan den grond teruggegeven, en de boschgrond ontvangt dien ten gevolge eene soort van overbemesting, daar nu de stoffen, die gedurende den geheelen zomer door de wortels onafgebroken worden opgenomen en soms uit aanmerkelijke diepten opgezameld, in den winter op de oppervlakte gestrooid worden. De bovengrond wordt dus door het afvallen der bladeren rijker aan bestanddeelen, die weder de asch van nieuwe bladeren kunnen uitmaken; doch bovenal verbetert de grond, waarop boomen groeijen, door de vermeerdering van andere nuttige en verbrandbare stoffen, die wij later beschouwen zullen.

Gelijk de natuur aan de wortels der boomen de aschbestanddeelen der afgevallen bladeren teruggeeft, zoo verrijkt ook de verstandige landbouwer zijn akker, wanneer hij het stroo als strooimiddel in den stal gebruikt, om het later in verrotten toestand met den mest weder over het land te brengen. De onverbrandbare stoffen, die door het stroo aan den grond ontnomen waren, worden op die wijze aan den akker teruggegeven. En van hoeveel belang het is, dat in den bouwgrond een overvloed van die voor de planten onmisbare stoffen voorhanden zij, blijkt nog nader uit het verschijnsel, dat de hoeveelheid asch in de verschillende deelen der planten afhangt,

3°. *Van den aard van den grond*, waarin de planten geworteld zijn. Dezelfde plant, op verschillende gronden gekweekt, zal in 100 pond der gedroogde plant niet altijd evenveel asch bevatten. Zoo vond men in Engeland dat 1000 pond stroo van dezelfde soort van haver bevatteden op

Klei	78	pond asch.
Kalksteen	102	〃 〃
Gips	58	〃 〃
Zandgrond	64	〃 〃
Ligten leemgrond	88	〃 〃

Even zoo vond men in Duitschland, dat de vruchten van een kastanjeboom, op een vruchtbaren, aan aschbestanddeelen rijken

grond, meer asch hielden dan op een kouden, veenachtigen boschgrond, en wel de volgende hoeveelheden, in de

	Pit.	Groene schil.	Bruine schil.
Op den 1en grond...	3,4 procent.	7,3 procent.	2,2 procent.
Op den 2en grond...	2,3 "	4,5 "	1,7 "

Doch nog grooter zijn de verschillen, wanneer men het aschgehalte der planten, die op een goed bemesten grond gegroeid zijn, vergelijkt met dat van op schralen grond gekweekte gewassen.

Eindelijk is het aschgehalte der planten nog afhankelijk

4⁰. *Van den ouderdom en den staat van rijpheid der plant.* Dat is, een zelfde deel van dezelfde plantensoort op denzelfden grond gegroeid, bevat op verschillende tijden van den zomer niet dezelfde hoeveelheid asch. En zoo men het aschgehalte van de verschillende gedeelten eener plant, gedurende de opvolgende tijdperken van hare ontwikkeling geregeld onderzoekt, komt men tot hoogst belangrijke uitkomsten, omtrent de verspreiding der onverbrandbare stoffen in de plant. De volgende cijfers kunnen dit voor den haver aantoonen:

Aschprocenten in watervrijen haver.

	Bladeren.	Stroo.	Kaf.	Korrel.
4 Junij...	10	10		
18 "	9	9		
2 Julij...	11	8		5
16 "	13	8	6	3
30 "	16	7	12	4
13 Aug...	20	7	19	4
27 "	22	8	22	3

Even zoo als dit voor den haver gevonden is, is het ook met andere planten gesteld; men ziet ook daar eene dergelijke voortdurende verandering in het aschgehalte, naarmate van de ontwikkeling der plant. En van hier, dat wij de opgegeven cijfers als voorbeeld mogen beschouwen, en daaruit eenige gevolgtrekkingen afleiden, die voor de kennis van den groei der planten en ook voor den landbouwer van het hoogste gewigt zijn. Vooreerst zien wij het aschgehalte der bladeren aanhoudend toenemen, en de plant heeft dus bij haren groei steeds nieuwe onverbrandbare stoffen uit den grond noodig, niet alleen omdat de bladeren grooter worden en in aantal toenemen, maar ook omdat elk blad bij dezelfde grootte nog rijker aan asch wordt. In den stengel daarentegen, die aanvankelijk bijna even veel asch houdt als de bladeren, zien wij die hoeveelheid bij den groei in de lengte, gedurende de maanden

Junij en Julij een weinig afnemen; doch in Augustus, naarmate de korrels rijper en zwaarder worden, neemt de hoeveelheid asch in den stengel weder een weinig toe, misschien om dezen grooter stevigheid te geven. Eene zeer aanzienlijke toename van het aschgehalte bemerkt men in het kaf, hetwelk bij de rijpe plant zeer rijk aan asch is, en van daar dat de schillen of doppen van vele landbouwgewassen, b. v. van de boekweit, met voordeel als mest worden gebruikt, om de hoeveelheid nuttige onverbrandbare stoffen in den grond te vermeerderen. De korrel eindelijk bevat altijd weinig asch, maar, zoo als straks blijken zal, van eene uitmuntende hoedanigheid, en de hoeveelheid daarvan houdt met de ontwikkeling van den korrel geen gelijken tred, daar een gelijk gewigt drooge rijpe korrels minder asch bevat dan een even groot gewigt gedroogde onrijpe.

Uit het stroo gaan dus bij den groei der plant steeds overbrandbare stoffen naar alle deelen, maar vooral naar de bladeren en het kaf, en daardoor moeten uit den grond steeds nieuwe stoffen aangevoerd worden. Dit heeft ten gevolge, dat met de toeneming in grootte der plant, ook meer nieuwe aschbestanddeelen noodig zijn, en het is niet onbelangrijk, hier op te teekenen, hoe aanzienlijk die vermeerdering gebleken is te zijn.

De tarwe ontneemt aan den grond bij haren groei op één bunder gronds:

van	1 Maart tot 19 Mei	dagelijks	gemiddeld	28	Ned.	lood	asch
„	19 Mei „ 9 Junij	„	„	192	„	„	„
„	9 Junij „ 15 Augustus	„	„	216	„	„	„

Na deze beschouwing van de hoeveelheid asch, welke in de planten gevonden wordt, moeten wij onderzoeken, *uit welke stoffen die asch bestaat*, en welke verschillen ten opzigte van de bestanddeelen der asch bij onderscheiden landbouwgewassen waar te nemen zijn.

Uit welke stoffen de asch der planten bestaat, is niet moeijelijk te zeggen, na hetgeen in het begin van dit hoofdstuk omtrent den oorsprong dier asch is medegedeeld. Immers kunnen de planten haar alleen uit den grond verkregen hebben, en dus kunnen ook geene andere stoffen dan die van den grond daarin voorhanden wezen. Doch eene andere vraag is deze: zullen wij alle stoffen, die in den bouwgrond voorkomen, ook in de plantenasch terug vinden? En deze vraag moet ontkennend beantwoord worden, omdat niet alle bestanddeelen van den grond in het welwater kunnen worden opgelost. Alleen de stoffen, die door het gewone grondwater, en door hierin voorhanden koolzuur en andere zuren, opgelost worden, kunnen later een deel der plant uitmaken, omdat de wortels

(zoo als in het volgende hoofdstuk nog nader blijken zal) geene openingen bezitten, waardoor vaste deeltjes, al zijn zij ook nog zoo klein, doordringen kunnen. Men heeft hierover opzettelijke proeven genomen, door de gezonde wortels van groeijende planten in aanraking te brengen met water, waarin zeer kleine voor het bloote oog niet te onderscheiden, gekleurde deeltjes zweefden. En men heeft altijd gevonden, dat de wortels het water opnamen, met al wat daarin opgelost was, doch de kleine deeltjes achterlieten, zoodat alle onverbrandbare stoffen van den grond, die niet in het water opgelost zijn, gelijk suiker of keukenzout daarin opgelost kunnen worden, niet in de plant kunnen overgaan. Het water van den grond is dus het noodwendige voermiddel voor de onverbrandbare bestanddeelen der plant, dat is: al de stoffen, die in de asch der planten gevonden worden, moeten, toen zij in de plant overgingen, in water opgelost zijn geweest. Wij kunnen dus in die asch geene andere bestanddeelen, dan de oplosbare stoffen van den bodem vinden.

En welke nu die stoffen zijn, is in het derde hoofdstuk medegedeeld. Het zijn de zouten, waarover reeds meermalen is gesproken; de verbindingen van potasch, soda, kalk, magnesia, ijzerverzuursel met phosphorzuur, zoutzuur, zwavelzuur, kiezelzuur en koolzuur, soms ook met een weinig salpeterzuur. Over de eigenschappen van die zouten zullen wij dus niet verder uitweiden, maar liever onderzoeken, in welke hoeveelheden die stoffen in de asch van verschillende landbouwgewassen voorkomen, om daaruit af te leiden, welke stoffen de gewigtigste zijn; waarop dus de landman, bij het verbeteren van zijn grond, het meest te letten heeft. Vooraf echter moeten wij een paar bedenkingen oplossen, die welligt door sommige lezers konden gemaakt worden, en die hen zouden kunnen doen twijfelen aan de waarheid van het bovengezegde. Zij zijn deze:

Wanneer men hout- of turfasch in water werpt, dan wordt gewoonlijk slechts een gedeelte daarvan opgelost, en het andere deel kan als in water onoplosbaar worden aangemerkt, daar het ook bij gebruik van kokend en van koolzuurhoudend water niet voor het oog verdwijnt. Dit nu schijnt in strijd te zijn met den zoo straks uitgesproken regel, dat alle in de plant voorkomende onverbrandbare bestanddeelen tot de oplosbare des bodems behooren en eenmaal in het grondwater opgelost zijn gewest. En echter is het eene evenzeer waar als het andere, en het laat zich verklaren, zoo men bedenkt, dat vooreerst de verbindingen dier stoffen in de plant zelve op allerlei wijze veranderd worden, zoodat onoplosbare ver-

bindingen ontstaan, waar vroeger oplosbare stoffen voorhanden waren. Ten andere worden die stoffen vooral bij de verbranding der plant gewijzigd, zoodat men uit de kennis van de asch eener plant wel besluiten kan tot de hoeveelheid der onverbrandbare grondstoffen, maar geenszins tot de wijze, waarop die stoffen met elkander verbonden zijn geweest in de plant. Verbrandbare en onverbrandbare deelen zijn dikwijls innig met elkander vereenigd, ja men kent in de plant verbrandbare zuren, (zoo als zuringzuur, wijnsteenzuur en anderen), welke evenzoo als zwavelzuur of zoutzuur zich met de loogen tot zouten verbinden. Overal waar dit het geval is, daar moet de hitte des vuurs die verbindingen ontleden, en de onverbrandbare stoffen in een anderen toestand overlaten, dan waarin zij in de levende plant voorhanden waren. Eene eenvoudige proef, die elk mijner lezers, des verkiezende, gemakkelijk kan herhalen, zal de waarheid van het gezegde duidelijk in het licht stellen. Wanneer men zuiveren sterken azijn neemt en daarbij zoo veel zuiveren bijtenden kalk voegt, dat de azijn niet meer zuur is; dan zal men alles opgelost zien, zoo men de juiste hoeveelheid kalk gebruikt heeft.[1]). En wanneer men het water van den azijn voorzigtig laat verdampen, dan houdt men eindelijk een zout over, dat uit azijnzuur en kalk bestaande, azijnzure kalk genoemd wordt en zich gemakkelijk in water weder laat oplossen. Doch zoo men dit zout verbrandt, dan wordt het ontleed, daar het azijnzuur die hitte niet verdragen kan, en men houdt wel al den kalk over, doch in eene andere verbinding, die niet meer in water opgelost wordt. Men heeft bij de verbranding koolzuren kalk of krijt verkregen.

Op dergelijke wijze worden nu ook de zouten, die in de plant voorhanden en met de verbrandbare stoffen innig verbonden waren, door de verbranding veranderd, zoodat een gedeelte der asch van planten in water niet oplosbaar is.

Een tweede verschijnsel, dat tegen het vroeger gezegde schijnt te strijden, is, dat men eene enkele maal in de plant onverbrandbare stoffen vindt, welke in den grond, waarop de plant groeit, niet of bijna niet voorkomen. Doch ook deze strijd is slechts schijnbaar, want het water in den grond, wat de noodige stoffen in oplossing aan de plant aanbiedt, is dikwijls door den grond heen van

1) Mogt men een overvloed van bijtenden kalk toegevoegd hebben, dan zal het overtollige niet opgelost worden. Dit schaadt echter niet aan de proef, wanneer men nu, voordat men verder gaat, de vloeistof door een vloeipapier laat loopen, waarop al de overtollige kalk blijft liggen.

andere, soms van vrij verwijderde streken afkomstig. Hier heeft het stoffen opgelost, welke het in zijn verderen loop medevoert en ten slotte somtijds aan planten afstaat, wier groeiplaats verre verwijderd is van de streek, waarin die stoffen gevonden worden.

Na deze uitweiding keeren wij tot ons hoofdonderwerp terug. De stoffen, welke de asch der planten zamènstellen, zijn geene andere dan die, welke als oplosbare zouten in den bodem kunnen voorkomen, doch men zoude zich zeer bedriegen, zoo men meende, dat alle soorten van plantenasch dezelfde zamenstelling hadden, of dat die stoffen ongeveer in dezelfde verhouding in de plantenasch voorkomen, waarin zij in het oplosbare gedeelte van den bodem aanwezig zijn. Neen, de asch der eene plant verschilt grootendeels van die der andere; men vindt in die der knollen eene groote hoeveelheid potasch, terwijl die van het stroo meestal veel kiezelzuur, en die der graankorrels vrij wat phosphorzuur bevat. In één woord, de oplosbare en vuurvaste stoffen des bodems zijn in de verschillende planten en plantendeelen op aarde ongelijk verdeeld, zoodat zelfs in de onderscheiden gedeelten van dezelfde plant niet alleen de hoeveelheden asch verschillen, maar ook de asch bij dezelfde hoeveelheid nog anders zamengesteld is.

De algemeene uitkomst uit talrijke, bij verschillende gewassen in het werk gestelde proeven leert, dat in 100 pd. asch gevonden worden bij de:

	Potasch en soda.	Kalk en magnesia.	Phosphorzuur.	Kiezelzuur.
Graansoorten.	℔	℔	℔	℔
Korrels........	30	13	50	
Stroo..........	20	7	3	60
Peul- en bladvruchten.				
Zaad...........	45	13	40	
Stroo..........	30	43	10	8
Oliezaden.				
Zaad...........	25	27	45	
Stroo..........	40	31	10	5
Knolgewassen.				
Wortels........	60	8	15	10
Bladeren.......	25	43	3	20
Wortelgewassen				
Wortels........	50	13	10	5
Bladeren.......	40	30	5	10

Hieruit blijkt dus ten duidelijkste, hoeveel verschil er is tusschen de asch van verschillende planten, zoodat de eene grootendeels bestaat uit eene stof, die in de andere nagenoeg niet gevonden wordt. Wanneer men de bovenstaande cijfers aandachtig beschouwt, dan ziet men dat dezelfde omstandigheden, welke van invloed zijn

op *de hoeveelheid* der aanwezige asch, voor een deel ook hier gelden. *De stoffen*, in groote hoeveelheid in de asch voorhanden, verschillen *naar de soort der plant;* men vindt in de graansoorten niet evenveel potasch als in de peulvruchten, in de oliezaden niet evenveel als in de knolgewassen. Grooter verschil nog bestaat er tusschen de *onderscheiden deelen eener zelfde plant*, zoodat b. v. bij de granen de asch van het stroo voor het grootste deel uit kiezelzuur is zamengesteld, terwijl die van de korrel 50 procent phosphorzuur bevat, en nagenoeg geen kiezelzuur.

Evenzeer als de soort en het gedeelte der plant, zijn ook *de aard van den grond* en *de leeftijd van het gewas* van invloed op de hoedanigheid der asch. Waar meer onverbrandbare stoffen in opgelosten toestand in den grond voorkomen, daar zal ook de plant meer daarvan opnemen, en zoo kan men verschil aantreffen tusschen de asch van planten, die uit volkomen dezelfde soort van zaden ontstaan, maar op andere gronden gekweekt zijn. [1])

Daar eindelijk de aschbestanddeelen als opgeloste stoffen in de plant komen, en in hare verschillende deelen doordringen, om in innig verband met de verbrandbare stoffen tot verschillende doeleinden te dienen, en eindelijk in het een of ander gedeelte te worden vastgelegd, zoo is het wel duidelijk, dat op *onderscheiden leeftijd* der plant de asch anders zamengesteld moet zijn. En dit geldt niet alleen van de asch der geheele plant, naar mate deze meer of minder blad, meer of minder zaad draagt; het geldt evenzeer van ieder deel der plant, omdat dit in de opvolgende zomermaanden andere verrigtingen te vervullen heeft, naar mate de plant op een ander tijdperk van ontwikkeling is gekomen.

Het ware niet moeijelijk, om ook dit met getallen aan te toonen, doch wij zullen deze weglaten, ten einde de aandacht der lezers niet al te zeer te vermoeijen, en de beperkte ruimte van het hoofdstuk niet te overschrijden. Liever vertoeven wij nog een oogenblik bij de zoo straks opgegeven cijfers, ten einde daaraan eenige beschouwingen omtrent de waarde der genoemde stoffen voor den landbouw vast te knoopen.

---

1) Deze verschillen blijven echter steeds in enge grenzen beperkt, want de regel, dien een beroemd natuurkenner meende gevonden te hebben, — dat het eene bestanddeel der asch door een ander dergelijk in de plant kan vervangen worden, zoo de grond een overvloed van dit laatste aanbiedt, — schijnt door de latere proeven niet bevestigd te worden. Het is nu duidelijk gebleken, dat zoo de grond niet alles aanbiedt, wat de plant noodig heeft, deze niet goed groeijen kan. Talrijke onderzoekingen daaromtrent, en ook de ondervinding bij de teelt der beetwortels in Frankrijk opgedaan, hebben dit genoegzaam bewezen.

Wanneer men de getallen, voor het zaad of stroo van de graansoorten of van een der andere gewassen op blz. 91 opgegeven, bijeen telt, dan zal men zien, dat men niet 100, maar steeds een weinig minder verkrijgt. Doch men vindt ook niet al de op blz. 89 opgenoemde stoffen hier bijeen, maar slechts enkele daarvan, die in de grootste hoeveelheid in de asch worden gevonden. De overigen, waaruit de asch voor het ontbrekende deel bestaat, zijn weggelaten, omdat zij voor ons doel minder belangrijk mogen geacht worden. Wel is elk van de bestanddeelen der asch voor de plant even noodig: wel heeft elke dezer onverbrandbare stoffen in de plant eene eigen rol te vervullen; doch het antwoord zal anders wezen, zoo men vraagt, of de bouwgrond aan al die stoffen even spoedig gebrek zal hebben. Want de zamenstelling der plantenasch is eene andere dan die van den bodem, en die stoffen, welke in de grootste hoeveelheid voorkomen in de voor menschen en dieren als voedsel nuttige gewassen, zijn gedeeltelijk juist diegene, waarvan de bouwgrond gewoonlijk het minst bevat. Door het kweeken van granen en andere uitputtende gewassen kan de akker dus weldra den noodigen voorraad van stoffen verliezen, zoo niet de landman door doelmatigen mest hierin voorziet.

Uit dit oogpunt nu beschouwd, is van alle in de asch der planten voorkomende stoffen *het phosphorzuur* het belangrijkste. Dit zuur komt in verbinding met loogachtige stoffen, vooral met kalk, in alle planten en dieren voor. Het wordt bij den groei der plant vooral opgehoopt in de vruchten en zaden, en een gedeelte van het voedend vermogen onzer granen is te zoeken in de ruime hoeveelheid phosphorzuur daarin voorhanden. Want menschen en dieren hebben voortdurend phosphorzuur in het voedsel noodig, om de beenderen te onderhouden, die, zoo als later blijken zal, voor het grootste gedeelte uit eene verbinding van phosphorzuur en kalk bestaan. Dit phosphorzuur nu komt in den bouwgrond slechts in geringe hoeveelheid voor; de beste en vruchtbaarste akkers bevatten daarvan hoogstens 1 pond in elke 1000 pd. droogen grond, en meestal vindt men in elke 10.000 pd. van den bouwgrond slechts 1 pond of nog minder phosphorzuur. De akker zal dus het eerst gebrek aan phosphorzuur verkrijgen, zoo de landbouwer niet door eene doelmatige bemesting tegen de verarming van den grond waakt. Hiertoe is nu de landman met zijne gewone hulpmiddelen uitnemend in staat, want, hoewel de bronnen van phosphorzuur voor den landbouw niet talrijk zijn, hij bezit in de pis der landbouwdieren eene stof, die zeer rijk is aan phosphorzuur. Daarom is het ook zoo nadeelig, wanneer, gelijk op vele landhoeven geschiedt, de pis der

dieren niet zorgvuldig verzameld en bewaard wordt. En wanneer men eens berekende, hoeveel er jaarlijks voor den akker verloren gaat in de beekjes van bruin water, die men helaas! op vele plaatsen uit den stal en uit den mesthoop ziet wegloopen, dan zoude men hierin meststoffen genoeg vinden, om een uitgestrekt veld te ontginnen; althans zeker wat het phosphorzuur betreft.

In de tweede plaats komen als belangrijke bestanddeelen der asch *de loogen* in aanmerking, *de potasch* en *soda*, welke in groote hoeveelheden in de asch voorkomen, en betrekkelijk spaarzaam in den grond voorhanden zijn. Vooral in de hakvruchten, in de wortels, en knollen, in tabak en koolsoorten wordt veel potasch gevonden. En daar nu de grond ook hiervan gewoonlijk weinig bevat in een toestand, die voor de planten geschikt is, zoo kan, door den voortdurenden groei van veel potasch houdende gewassen, ook eene bemesting met loogen bevattende mestsoorten noodig worden. Dikwijls helpt hier de natuur zich zelve, vermits (zoo als in het 3e hoofdstuk uitvoeriger is uiteengezet) in de meeste bouwgronden door den invloed van lucht en water eene langzame verandering, eene soort van verwering ontstaat, waarbij de bestanddeelen van den bodem gedeeltelijk in andere verbindingen worden overgebragt, zoodat hetgeen vroeger in water niet oploste, daarin langzamerhand oplosbaar wordt. Ten gevolge hiervan wordt ook van de potasch- en soda-zouten, die in den grond grootendeels in onoplosbare verbindingen voorkomen, een gedeelte oplosbaar en dus voor den plantengroei geschikt gemaakt. Waar dit echter niet het geval is, moet men zijne toevlugt nemen, òf tot de veelal verwaarloosde pis der dieren òf tot houtasch, welke beide, zoo als later blijken zal, veel potasch- en soda-zouten bevatten.

Wat *kalk en magnesia* betreft, een gemis hiervan in den grond is niet zoo spoedig te vreezen als van phosphorzuur en potasch en soda. Vooral is dit met den kalk het geval, want de meeste bouwgronden bevatten meer kalk, dan de planten opnemen, en zoo al hier en daar eens te weinig mogt zijn, dan is zulks door toevoeging van kalk en puin gemakkelijk te verhelpen. Doch er is eene andere reden, welke eene toevoeging van kalk in de meesten onzer bouwgronden hoogst wenschelijk maakt, eene reden, die hier niet nader verklaard, maar later bij de behandeling van den mest uitvoerig uiteengezet zal worden.

Kiezelzuur bevat het stroo der meeste landbouwgewassen, vooral der granen in groote hoeveelheid. Daarom is ook het kiezelzuur evenzeer een hoofdbestanddeel van de asch der stroosoorten, als het phosphorzuur van die der graankorrels. Kiezelzuur nu is in den

grond altijd in overvloedige hoeveelheid aanwezig, want bijna alle bouwgronden bestaan voor meer dan de helft daaruit. Daar echter de grootste hoeveelheid hiervan in een onoplosbaren toestand verkeert, zoo kan het gebeuren, dat niettegenstaande die massa kiezelzuur in den grond, de planten nog gebrek daaraan hebben, zoodat de stengels niet kunnen blijven staan en de aren behoorlijk kunnen dragen.

In onze gronden kan dit gebrek, zoo het voorkomt, altijd verholpen worden, door den akker eenigen tijd aan den invloed van wind en weder bloot te stellen. Want zoo de grond behoorlijk los gemaakt en, hoewel steeds vochtig, van het overtollige water bevrijd wordt, zal door de werking van lucht en water de zoo even genoemde verwering ook eene verandering in den toestand van het kiezelzuur te weeg brengen, zoodat een klein gedeelte daarvan in eene oplosbare verbinding overgaat en aldus ten nutte der planten kan komen.

Uit al het medegedeelde laat zich voor den landbouwer nog eene belangrijke gevolgtrekking afleiden.

De verschillende landbouwgewassen bevatten verschillende hoeveelheden van phosphorzuur en potasch, van kalk en kiezelzuur. Bij het verbouwen en weghalen dier gewassen worden dus verschillende hoeveelheden van die stoffen aan den grond ontnomen, en het is duidelijk, dat zoo de planten niets anders deden, dan eene zekere hoeveelheid van onverbrandbare stoffen aan den grond ontnemen, deze veel eerder uitgeput zoude zijn, zoo men altijd dezelfde planten kweekte, (b. v. planten, die veel phosphorzuur behoefden) dan zoo men door eene behoorlijke afwisseling van vruchten, nu eens een gewas verbouwde dat veel potasch, dan een, dat veel phosphorzuur of kalk noodig had. Deze reden alleen kan dus reeds eene doelmatige vruchtafwisseling op den akker doen aanraden, en die reden zelve is nog eene ondergeschikte, want wij zullen later nog meer en gewigtiger oorzaken doen kennen, die eene behoorlijke vruchtopvolging ten sterkste aanbevelen.

De verbrandbare bestanddeelen der planten.

"In de asch der planten moge men overeenstemming vinden en "het getal der zamenstellende stoffen kunnen bepalen, bij het gedeelte "dat verbranden kan, zal dit onmogelijk zijn. Immers vinden wij in "elke andere plantensoort een ander voorkomen, andere eigenschap- "pen, anderen smaak en reuk; het eene sap is bitter, het andere "zoet, of welriekend en olieachtig, het eene hout is week en sap- "pig, het andere bijna zoo hard als steen; in één woord, elke plant "heeft een eigenaardig voorkomen, en onderscheidt zich zoo wel

"door vorm als inhoud. Hoe is het dan mogelijk, om al die vreemd-"soortige stoffen te behandelen, en eenheid te brengen in die grenzen-"looze verscheidenheid?"

Dergelijke gedachten, welligt bij sommigen onzer lezers opgerezen bij het zien van het opschrift van dit hoofdstuk, hernieuwen zich, nu de bewerktuigde stoffen van het plantenrijk ter sprake komen, en zij twijfelen, of hiervan een overzigt kan geleverd worden. Doch deze twijfeling zal in bewondering veranderen, wanneer zij de planten nader hebben leeren kennen. Want de natuur, hoe overvloedig en kwistig ook in het voortbrengen van allerlei vormen en stoffen, bedient zich daartoe van eenvoudige middelen.

Uit weinige grondstoffen is het planten- en dierenrijk opgebouwd, en wederom zijn het enkele bestanddeelen, enkele zamengestelde ligchamen, welke, in meest alle planten voorkomende, door kleine veranderingen de meest verschillende stoffen doen ontstaan en de grootste verscheidenheid te weeg brengen. Wij willen die algemeene bestanddeelen hier opnoemen.

De meest algemeen verspreide stof in het plantenrijk is de zoogenaamde *houtvezel* of *cellenstof*, die het geraamte van alle planten uitmaakt.

Elke plant bestaat uit eene groote menigte van vliezige zakjes, die te klein zijn, om met het bloote oog te kunnen worden gezien, maar die zich zeer duidelijk vertoonen, wanneer men een gedeelte van de plant door een zeer sterk vergrootglas beschouwt. Deze vliezige zakjes of *cellen*, zoo als zij gewoonlijk genoemd worden, en waarover in een der volgende hoofdstukken meer zal gezegd worden, bestaan uit een zeer dun en doorschijnend vliesje, dat eene kleine ruimte, die met vocht gevuld is, van alle zijden omgeeft en geene zigtbare openingen heeft; doch het vermogen bezit, om vochten en luchtsoorten snel door te laten.

Deze cellen kunnen in de verschillende planten allerlei vormen hebben, en op verschillende wijze aan elkander gevoegd zijn, doch het vliesje dat ze omgeeft, bestaat in jeugdigen toestand altijd uit cellenstof. Deze vormt dus de voornaamste bouwstof van alle planten, en ontbreekt in geene plant. Zij behoort onder de stoffen, welke in de plant gevormd worden, want zij komt in de voedingsmiddelen der plant niet voor. Zij is ongekleurd en wordt ook niet gemakkelijk ontleed. In water of in zuren kunnen wij ze niet oplossen, en zoo zij niet in zeer jeugdigen toestand is, kan de maag van menschen en dieren ze niet verteren. Doch juist deze duurzaamheid van de cellenstof maakt haar voor het

dagelijksch gebruik der mensch zoo geschikt. Onze linnen en katoenen kleederen bestaan daaruit, en evenzeer het papier, waarop wij schrijven. De cellenstof, in verharden toestand en met andere stoffen min of meer doortrokken, zoo als zij in het hout voorkomt, helpt onze woningen zamenstellen, of levert ons de brandstof, om ons des winters tegen koude te beschutten en onze spijzen te bereiden. In één woord, de cellenstof, die eene eerste plaats bekleedt onder de bestanddeelen der planten, voorziet ook in de eerste behoeften van de huishouding der menschen.

Innig verwant met de cellenstof, zijn eenige andere stoffen, welke ook nagenoeg algemeen in de planten voorkomen. *Zetmeel* en *suiker* en ook *gom* kunnen daartoe gerekend worden.

Wanneer men van een aardappel een dun schijfje snijdt en dit sterk vergroot beschouwt, dan ziet men daarin eene menigte van de zoo even genoemde cellen, welke grootendeels gevuld zijn met kleine witte korreltjes, die bij eene 140 malige vergrooting zich voordoen zoo als in fig. 16 is afgebeeld. Deze korreltjes vormen *het zetmeel*, eene witte stof, die in koud water niet opgelost wordt, maar in kokend water in stijfsel verandert. De aardappelen bestaan grootendeels hieruit, zoo als ook blijkt uit de groote hoeveelheid meel, die men daaruit verkrijgen kan, hetgeen niet anders dan zetmeel is. Doch niet alleen in aardappelen, in meest alle planten wordt dit zetmeel gevonden, hoewel de hoeveelheid in de eene plant veel grooter is dan in de andere. Het meelige gedeelte der tarwe en rogge is ook zetmeel, en men kan dit afzonderen, door tarwe- of roggemeel in een linnen doek onder water uit te kneden. Er gaat dan een wit poeder van zetmeel door den doek, hetgeen het water troebel maakt en zich ten slotte op den bodem van het glas verzamelt. In de meeste vruchten en zaden, in de meeste knollen en wortels wordt dit zetmeel aangetroffen; sago en arrowroot zijn niet anders dan dit; en deze algemeen verspreide stof, die ook als voedsel hare waarde bezit, heeft vooral bij de ontkieming der zaden belangrijke diensten te verrigten, zoo als later blijken zal.



Fig. 16.

De suiker wordt meest in opgelosten toestand in het sap der plant gevonden, en terwijl enkele planten zeer rijk daaraan zijn, is die

suiker in andere slechts tijdelijk en in geringe hoeveelheid aanwezig. Vooral vindt men eene groote hoeveelheid daarvan in het suikerriet, eene rietplant, welke in Oost en West groeit en tot voor weinige jaren al de suiker leverde, welke de menschen op aarde gebruiken. Doch wij behoeven geene verre streken te bezoeken, om suiker in de planten te vinden; de gewassen in ons vaderland bezitten die evenzeer. Enkele onzer voedergewassen, vooral de mangelwortelen, bevatten eene groote hoeveelheid suiker, zoodat onze zuidelijke naburen, de Belgen en Franschen er voordeel bij gevonden hebben, om de mangel- of beetwortels in het groot te verbouwen, en fabrieken in te rigten, waarin zij de suiker daaruit afzonderen, om die in den handel te brengen. In sommige plantendeelen vindt men suiker op een bepaalden tijd van het jaar, zoo b. v. in vele van onze vruchten, appelen, peren, kersen enz. wanneer zij rijp zijn; in het voorjaar is het sap van vele boomen rijkelijk daarvan voorzien, en men gebruikt het zelfs, om daaruit eene soort van wijn te bereiden; alle jonge planten eindelijk bevatten suiker in het eerste tijdperk van haren groei. Want de suiker is eene stof, die in de plant bereid wordt, om weder tot grondstof voor andere stoffen te dienen. Uit haar kan in de plant nu eens zetmeel, dan eens cellenstof ontstaan, zoo als talrijke voorbeelden bewijzen kunnen. Het zetmeel der graankorrels ontstaat grootendeels uit suiker; en zoete vruchten verliezen den zoeten smaak, omdat de suiker voor een deel in cellenstof overgaat. Doch ook het omgekeerde kan plaats hebben; het zetmeel kan in suiker veranderd worden, want meelige en zetmeel houdende vruchten worden bij het rijpen zoet. In één woord, in de plant hebben een tal van veranderingen en omzettingen, dan in dezen, dan in genen zin plaats, waarbij dikwijls de suiker het bestanddeel is, dat òf gevormd wordt, òf in andere stoffen wordt veranderd. Doch behalve de suiker zijn er nog vele andere zamengestelde bestanddeelen, welke op dergelijke of andere wijze omgezet worden. En hoewel de aard van dit geschrift niet veroorlooft, die omzettingen in en buiten de plant te volgen, zoo zij hier evenwel opgemerkt, dat het voorbeeld van de suiker ons bewijst, dat het niet voldoende is, de zamenstellende deelen der plant te kennen, maar dat men ze in hunnen gang en ontwikkeling moet nagaan, zoo men een juist denkbeeld wil hebben van hunne beteekenis voor het leven der plant.

Tegenover de genoemde bestanddeelen der plant, staat eene groep van in de plant gevormde stoffen, die groote overeenkomst vertoont met de algemeen voorkomende bestanddeelen van het die-

renrijk; eene groep, die wel niet in gelijke hoeveelheid als de vorige wordt gevonden, maar niet minder algemeen verspreid is en belangrijk moet heeten. Ten einde dit eenigzins toe te lichten, moeten wij hier opmerken, dat het bij de beschouwing der dieren (in een der volgende hoofdstukken) blijken zal, dat ook daar eenige weinige hoofdbestanddeelen aanwezig zijn, die in bijna alle dieren worden weder gevonden. Zoo bestaat er eene groote overeenkomst tusschen het vleesch, het bloed, het hoofdbestanddeel der kaas en het wit van vogeleijeren; ja zelfs die bestanddeelen worden van wege deze overeenkomst met den algemeenen naam van *eiwitachtige stoffen* bestempeld.

Doch niet alleen tusschen de van dieren afkomstige bestanddeelen bestaat die overeenkomst, zij breidt zich ook over het plantenrijk uit, en men heeft regt gevonden, om de groep van plantenstoffen, waarvan wij thans spreken, evenzeer met den algemeenen naam van eiwitachtige stoffen aan te duiden. In de hoofdtrekken komen al deze stoffen met het wit van kippen-eijeren overeen, doch kleine wijzigingen en verschillen veroorzaken, dat zij in verschillende planten dikwijls in onderscheiden vormen optreden. Men vindt ze als eene vaste, doch in water oplosbare stof in de zaden der peulvruchten, in erwten en boonen; zij is als vaste en niet in water oplosbare stof voorhanden in de graankorrels, en blijft als eene kleverige stof in den linnen doek terug, wanneer men tarwemeel onder water uitkneedt, om het zetmeel daaruit te verkrijgen. In dezen vorm wordt zij *kleefstof* genoemd. Men vindt ze eindelijk als *planteneiwit* opgelost in het vocht van meest alle cellen, en ziet dit, even als het wit van kippeneijeren, stollen, als men het water kookt. Van daar, dat men het kan afzonderen, door uit eene saprijke plant, een koolstronk b. v., het sap te persen en dit te kooken.

Zonder die eiwitachtige stoffen kunnen wij ons geen leven op aarde denken, en zoo het leven van plant of dier heeft opgehouden en de verrotting een aanvang neemt, dan zijn het wederom de eiwitachtige stoffen, die daarbij eene hoofdrol spelen. Van daar dat, waar men gedeelten van planten bewaren wil, het een eerste vereischte is, om de opgeloste eiwitstoffen te verwijderen, of ze onwerkzaam te maken, en alle vocht weg te nemen. Van daar ook, dat dezelfde stoffen, die in het leven zulk eene voorname rol spelen, bij hare ontleding zoo hooge waarde hebben als meststof, omdat zij de verandering, waarin zij zelve begrepen zijn, overplanten op de andere deelen van het strooisel of van den bouwgrond, en deze daardoor tot nuttige voedingsmiddelen voor de plant maken.

De eiwitachtige stoffen worden reeds in de jongste worteleinden der plant gevonden, en dus reeds in de uiterste plantendeelen gemaakt uit het voedsel, wat der plant ten dienste staat. Dit zelfde vermogen hebben echter menschen en dieren niet. Zij kunnen die eiwitachtige stoffen, waaraan zij voortdurend zooveel behoefte hebben, niet uit meer eenvoudige stoffen bereiden, en moeten dus dit alles reeds toebereid van de planten ontvangen, terwijl het in het dierlijk ligchaam slechts kleine wijzigingen ondergaat. Wanneer de koe gras eet, dan ontvangt zij in dat gras de benoodigde hoeveelheid eiwitachtige stoffen tot onderhoud van bloed en melk, van vleesch en been. En zoo wij het vleesch der koe nuttigen, dan ontvangen wij wederom grootendeels de eiwitachtige stoffen, door de koe uit het gras verzameld. Van daar dat die stoffen in de planten, als voedsel voor het dierenrijk zulk eene hooge waarde hebben, en dat men ze onder de eerste voedingsmiddelen rekent. Het graan is zoo voedzaam, omdat het zooveel kleefstof houdt; de aardappelen voeden minder, omdat zij veel minder eiwitstoffe bevatten. En zoo men aandachtig let op de onderstaande getallen, waarin is opgegeven, hoeveel water en zouten, hoeveel zetmeel en eiwitstoffe in verschillende voedingsmiddelen bevat is, en daarmede in gedachte vergelijkt de waarde, welke de landbouwer op grond zijner ondervinding aan die voedingsmiddelen hecht, dan zal men zien, dat in den regel die stoffen, welke het rijkst aan eiwitachtige stoffen zijn, ook onder de beste voedingsmiddelen gerekend worden, hoewel men bij de bepaling der voederwaarde ook op het gehalte aan zetmeel en suiker en vet moet letten.

Zamenstelling van eenige voedingsmiddelen.

In 100 pond zijn bevat:

	Water.	Onverbrandbare stoffen.	Zetmeel en Suiker.	Eiwitstof en kleefstof.
Hooi	13	8	44	7
Klaver-hooi	20	5	39	11
Groene klaver	77	1	11	3
Oud roggenstroo	12	6	40	3
Aardappelen	70	1	25	3
Gele rapen	85	1	11	2
Roode mangelwortels	82	1	12	3
Rogge	15	2	68	12
Tarwe	14	2	66	13
Boekweit	13	3	64	13
Haver	14	4	61	12
Boonen	16	4	51	24
Erwten	9	2	60	24
Lijnkoeken	13	8	33	33
Raapkoeken	11	8	32	31

In een der volgende hoofdstukken zal over dit voor den landbouwer hoogst gewigtige onderwerp nader gesproken worden, thans blijven ons nog enkele belangrijke bestanddeelen der plant ter beschouwing over, waartoe de oliën en vetten en harsen, de plantenzuren en kleurstoffen behooren.

Men vindt in alle planten eenige *vetten* en *olie- of wasachtige ligchamen*, doch de hoeveelheid daarvan is gewoonlijk gering en slechts bij enkele planten b. v. bij de oliegewassen meer aanzienlijk. In deze schijnt de olie het zetmeel te vervangen, en uit dit te ontstaan, want de groote hoeveelheid zetmeel, die het oliezaad bevat, voordat het rijp is, verdwijnt geheel, naar mate het meer en meer rijpt. Een dergelijk verschijnsel ziet men ook bij andere planten; hoe meer was er op het suikerriet voorkomt, des te minder suiker bevat het ook. Even zoo is er ook verband tusschen de groene kleur der planten en het was, dat men steeds in de bladeren vindt. Het aantal der onderscheidene plantaardige vetten en oliën is zeer groot, en bijna elke plant bevat eene bijzondere soort daarvan, zoodat het niet mogelijk is, hiervan ook slechts eene korte beschrijving in dit werk te geven. Men kan twee hoofdsoorten van oliën onderscheiden, *de vette* en *de vlugtige oliën*, en terwijl de eerste met de vetten overeenkomen, vormen de vlugtige oliën eene afzonderlijke groep van ligchamen, die meest in het plantenrijk ontstaan, zich kenmerken door het vermogen, om gemakkelijk in prikkelende dampen veranderd te worden. Men kan zich van dit onderscheid gemakkelijk overtuigen, door van beide soorten van olie een droppel op een stuk papier te laten vallen. Zoo men raap- of lijnolie op het papier brengt, of zoo men eene beukennoot of een amandel tusschen papier zamenperst, dan ziet men eene vetvlek ontstaan, welke niet verdwijnt. Laat men daarentegen een druppel terpentijnolie (die tot de vlugtige oliën behoort) op het papier vallen, zoo ontstaat eene vetvlek, die na eenigen tijd verdwijnt, omdat de terpentijn-olie vervlugtigd wordt, d. i. in damp verandert. De vlugtige oliën hebben bovendien de eigenschap, om met de dampkringslucht in aanraking, na eenigen tijd zuurstof op te nemen en *hars* te vormen. De hars, die wij uit de denneboomen zien te voorschijn treden, is op die wijze uit terpentijnolie ontstaan.

Even talrijk als de vlugtige oliën, zijn de soorten van *zuren*, die in de planten gevormd worden; de meesten daarvan komen slechts in bijzondere planten of plantendeelen voor, doch enkele, zoo als zuringzuur, wijnsteenzuur, appelzuur, citroenzuur, worden meer algemeen gevonden. Zij zijn in de plant gewoonlijk met de onver-

brandbare stoffen (zoo als potasch, soda, kalk, ijzerverzuursel) innig verbonden tot zouten, en veroorzaken door hunne verandering bij verbranding, dat de asch der planten niet meer juist aantoont, hoedanig die onverbrandbare stoffen in de levende plant aanwezig waren. Ook het *looizuur*, dat in den bast van vele boomen, vooral van eiken en kastanjes, voorkomt, behoort onder deze stoffen en verdient hier vermelding, van wege de groote diensten, die het bij de bereiding van leder bewijst. Aan het gehalte van looizuur is de schors van het eiken-akkermaalshout hare waarde verschuldigd.

Eindelijk nog een woord over de *kleurstoffen*. Behalve de hoogst zamengestelde stoffen, die aan de bloemen hare schitterende kleuren mededeelen, is in het plantenrijk slechts ééne kleurstof aanwezig, welke, met was verbonden, de kleur geeft aan al wat groen is, en *bladgroen* genoemd wordt. Deze stof wordt alleen gevormd onder den invloed van het licht; doch dan ook zeer snel, gelijk men bij de ongekleurde kiemplantjes zien kan, wanneer deze in het licht komen. Zoo daarentegen de plant min of meer in het duister gehouden wordt door welke oorzaak ook, blijft zij bleek en de groene kleur verdwijnt zelfs uit de reeds groene deelen. Talrijke voorbeelden uit den tuinbouw bewijzen dit genoegzaam: zoo blijven de aspergies wit, zoo lang zij onder den grond zijn; zoo verbleeken de binnenste andijviebladeren eenigen tijd na het opbinden. Het bladgroen wordt dan ook alleen digt bij de oppervlakte en niet binnen in de plant gevonden, en komt in de cellen nu eens in den vorm van kleine kogeltjes, dan weder in vormloozen toestand voor. In het najaar wordt het bladgroen ontleed, en geeft daardoor aanleiding tot de roode, bruine of gele kleur, welke de bladeren kort voor hun afvallen vertoonen.

In het bovenstaande zijn enkele van de voornaamste bestanddeelen der planten opgenoemd en beschreven, doch het ontelbare aantal van hier en daar voorkomende stoffen is niet eenmaal met name genoemd. Thans willen wij ook deze regt laten wedervaren en een blik werpen op den algemeenen band, die al die schijnbaar zoo verschillende stoffen tot één geheel verbindt.

Al die stoffen hebben dit gemeen, dat zij verbrandbaar zijn en daarbij in luchtsoorten veranderd worden. En onderzoekt men, welke luchtsoorten daarbij ontstaan, dan vindt men dat uit al de stoffen, die van planten en dieren afstammen, bij volkomene verbranding, geene

andere worden gevormd dan drie, ons welbekende luchtsoorten: koolzuur, waterdamp en ammoniak. In al die hoogst zamengestelde en veranderlijke stoffen van het planten- en dierenrijk kunnen dus geene andere grondstoffen aanwezig zijn, dan de weinige, waaruit deze drie luchtsoorten bestaan. Al wat leeft op aarde, is, met uitzondering van eene geringe hoeveelheid asch, opgebouwd uit zuurstof, waterstof, koolstof en stikstof, dat is uit dezelfde grondstoffen, die aanwezig zijn in de lucht, welke ons omringt.

Voorwaar, er is niets meer noodig, om de waarheid te bewijzen van het vroegere gezegde, dat de natuur, hoe onnoemelijk rijk in het voortbrengen van allerlei vormen en stoffen, toch hoogst eenvoudig is in hare middelen. Er is niet meer noodig, om ons met bewondering te vervullen voor de grootheid van den Schepper, die in weinige grondstoffen de kracht gelegd heeft, om zich op ontelbare wijzen te vereenigen, en door die vereeniging eene levende wereld voorttebrengen, waarin al wat menschen en dieren behoeven gevonden wordt; eene wereld, waarin het eene het andere onderhoudt; waarin de vernietiging van het eene wezen het leven van het andere te voorschijn roept.

De grondstoffen, waaruit alle plantaardige stoffen bestaan, deelen aan deze andere eigenschappen mede, naar mate zij in verschillende hoeveelheid en in verschillenden toestand daarin voorkomen. En terwijl een groot gedeelte der plantenstoffen slechts uit drie der genoemde stoffen is opgebouwd, bevat een ander deel nog daarenboven de vierde grondstof, en is daardoor van de overige scherp afgescheiden. Cellenstof, zetmeel en suiker, plantenzuren, oliën, vetten en harsen zijn alle opgebouwd uit koolstof, waterstof en zuurstof in verschillende verhoudingen. Daar tegenover staan de eiwitachtige stoffen en kleurstoffen, welke, behalve deze drie grondstoffen, nog stikstof bevatten (terwijl de eerste van deze nog een weinig phosphorus en zwavel houden). De eerste worden *stikstofvrije*, de andere *stikstofhoudende* stoffen genoemd, en terwijl gene de hoofdmassa der plant uitmaken, zijn deze het, welke de levenswerkzaamheid opwekken, en in de voortdurende verandering, waaraan zij zelve onderhevig zijn, ook de andere, uit haren aard meer duurzame stoffen begrijpen.

N. W. P. RAUWENHOFF.

VI.

VORM EN MAAKSEL DER PLANTEN.

De vorm der plant is evenzeer gewigtig als de stof, die haar zamenstelt. Zonder vorm kunnen wij ons plant noch dier, noch iets, wat op aarde is, voorstellen. En evenzeer als de werking verschillend wordt door verschillende stoffen, evenzeer heeft een andere vorm grooten invloed op de verrigtingen. Dagelijks erkennen wij dit reeds bij de levenlooze voorwerpen. Zoo de landbouwer een oordeel moet vellen over de deugdelijkheid van eenen ploeg, zal hij niet alleen onderzoeken, of kouter en strijkbord uit goed ijzer vervaardigd zijn, maar vooral ook, welken vorm zij hebben; hoe zij aangehecht en geplaatst zijn; of zij geschikt zijn, om met weinig trekkracht de aarde behoorlijk te snijden en om te werpen. En zoo is het telkenmale; wij hebben telkens van dezelfde stof andere vormen noodig tot andere doeleinden.

Veel gewigtiger nog is de vorm in het levende rijk, en vooral in het plantenrijk. Hier heeft de natuur een onuitputtelijken rijkdom van vormen ten toon gespreid; hier zijn te midden der millioenen van planten, die het aardrijk bedekken, geene twee soorten, die volkomen hetzelfde blad, dezelfde bloem of vrucht hebben; hier brengt elke eigenaardige vorm ook eene eigenaardige verrigting te weeg. Maar hier ook is, — hoezeer bijzondere invloeden aan de rigting der plant en aan andere uitwendige kenteekenen zekere wijziging kunnen aanbrengen, — de aard der plant evenzeer gebonden aan den vorm, als aan de stoffen, die zij bevat. De geringste beleediging of drukking van het celletje, verstoort zijne verrigtingen en doet het iets anders worden, dan waartoe het bestemd was.

Aan de beschouwing van de vormen der planten, zal dit hoofdstuk gewijd zijn. Hier zullen wij een blik werpen op de plantenwereld, zoo als zij zich aan ons oog vertoont, om in een volgend hoofdstuk ons oog te wapenen met sterke vergrootglazen, ten

einde ook het maaksel van de kleinste deeltjes der planten te leeren kennen en de verrigtingen der plant te begrijpen.

Dit onderzoek is nuttig voor een elk, die geen vreemdeling wil blijven in de natuur, welke hem omringt, maar vooral gewigtig voor den landbouwer, want het strekt: vooreerst, om den groei en de voeding der gewassen te leeren kennen, welke men zonder dit niet begrijpen kan. Ten anderen, om de verschillende soorten van elkander te onderscheiden, en de heilzame en nuttige gewassen van de schadelijke en vergiftige te onderkennen. Eindelijk is dit onderzoek bij uitnemendheid geschikt, om ons te vervullen met bewondering voor den Schepper aller planten, Wiens werk des te schooner en verhevener wordt in onze oogen, hoe meer wij het met aandacht beschouwen en leeren begrijpen.

Wanneer men de algemeen voorkomende planten opmerkzaam beschouwt, ziet men daaraan twee gedeelten, waarvan het eene steeds naar boven, het andere naar beneden voortgroeit; waarvan het eene zich in den regel boven, het andere onder den grond bevindt.

Het laatste gedeelte, wat *wortel* genoemd wordt, dient voor de plant tot steun en tevens tot middel, om voedsel uit den grond te verkrijgen. Wanneer het zaad ontkiemt, dan is het de wortel, welke het eerst te voorschijn komt, en in den beginne zich snel ontwikkelt; doch, wanneer de jeugdige plant in een later tijdperk van ontwikkeling gekomen is, houdt de groei van den wortel geen gelijken tred meer met dien van het bovenaardsche deel der plant. In het algemeen heeft de wortel eene bruinachtige kleur, en wordt benedenwaarts dunner en meer vertakt, zoodat hij veelal eindigt in eene menigte dunne lange vezelen. Hoewel men bij meest alle worteldragende planten een hoofdwortel kan opmerken, die loodregt naar beneden gaat en *penwortel* heet, zoo bespeurt men echter ten opzigte van de verspreiding en min of meer diepe ligging der wortelvezelen bij de onderscheiden gewassen een groot verschil. De wortels van den eik zal men op aanmerkelijke diepte in den grond aantreffen, terwijl bij de dennen de wortels zich zijdelings uitstrekken, en, hoewel weinig onder de oppervlakte van den grond gaande, toch eene groote ruimte innemen.

Bij de landbouwgewassen bespeurt men hetzelfde verschil. De wortels van de klaver gaan veel dieper in den grond, dan die van de meeste andere landbouwgewassen. Ja men vindt klaversoorten, zoo als de lucerne b. v., welke meer dan 1 Ned. el diep gaan,

terwijl de wortels der graansoorten zelden op grootere diepte dan 2 Ned. palm gevonden worden. Het is duidelijk, van hoeveel belang het is voor landbouwers en boomkweekers, om juist te weten, hoe diep de bekende gewassen geworteld zijn, en tevens den ondergrond te kennen, waarop zij staan. Immers, zoo diep als de wortels der planten gaan, zoo diep moet ook de grond behoorlijk losgemaakt zijn. Waar men klaver verbouwt, moet die diepte veel grooter zijn, dan waar rogge of tarwe gekweekt wordt; en waar men, bij eene behoorlijke vruchtafwisseling, beide in verschillende tijden op hetzelfde land verbouwt, daar zal men telkens zeer diep moeten ploegen, wanneer men in de volgorde tot de diepgewortelde gewassen genaderd is. Wel is waar redden in zekere mate de planten zich zelve. Wanneer de grond weinig diep los gemaakt of laag gelegen is, zoodat men spoedig het welwater ontmoet, dan verbreiden de wortels zich meer in den bovengrond, en zoo er hier of daar eene grint- of oerbank is, ziet men vaak de wortels der boomen om deze heen kruipen en terstond nadat zij om het beletsel heen zijn, hunne oorspronkelijke rigting weder aannemen. Evenzoo bespeurt men in de gewassen van andere landen somwijlen, dat de wortels, op zekere diepte in den grond stuitende, den geheelen boom opligten en aldus nog voortgroeijen. Doch al die krachtsinspanning is ten nadeele van den groei der plant. Het stuiten der wortels op zekere diepte is de oorzaak, waarom zoo vele eikenboomen in ons vaderland, eensklaps, vóór dat zij hun vollen wasdom bereikt hebben, gaan kwijnen en in de kruin afsterven. Het niet behoorlijk losmaken van den grond veroorzaakt, dat vele gewassen zoo weinig vruchten opleveren en bij droog weder verschroeijen, terwijl zij bij nat weder bijna verdrinken.

Soms kan de wortel, in verhouding tot het overige gedeelte der plant, eene zeer groote ontwikkeling verkrijgen, zoodat hij alleen veel meer weegt, dan al het overige der plant. In die gevallen wordt de wortel eene bewaarplaats van voedsel, gelijk den landbouwer wel bekend is, die de gewone wortelen, de beet- of mangelwortels, de rapen en knollen juist om die voedende kracht der wortels kweekt.

Wij hebben tot nu toe alleen van de hoofdmassa der wortels gesproken, doch een ander deel daarvan is niet minder gewigtig, waar het de verrigtingen van dit plantendeel geldt. Bij een opmerkzaam onderzoek zien wij alle penwortels bedekt met dunne, lange haarvezeltjes, waarin ook de vertakkingen van den wortel

eindigen. Deze worden elk voorjaar in groote hoeveelheid gevormd, en terwijl de meeste daarvan in het najaar afsterven, blijven eenige in leven, om zich in een volgend jaar te verlengen. Aan deze uiteinden heeft de lengtegroei der wortels plaats, en het is wederom het jeugdige weefsel der haarvezeltjes, wat uit den grond de vochten opneemt, die aan de plant voedsel moeten geven.

Nergens echter kan men, zelfs met het sterkste vergrootglas, de geringste opening buiten aan de haarvezelen bespeuren; zij bestaan, ter plaatse, waar de opneming van vocht uit den grond geschiedt, uit eene groote menigte ronde celletjes, en al het vocht, wat uit den grond in de planten dringt, moet dus door het vliesje dier celletjes heen gaan. Alle onverbrandbare stoffen, waarover in het vorige hoofdstuk uitvoerig gesproken is, kunnen dus eigenlijk slechts voedsel voor de plant heeten, wanneer zij in het water van den grond zijn opgelost, want anders kunnen zij in de plant niet indringen. Voor den groei der plant alzoo zijn de haarvezeltjes der wortels van het grootste gewigt. Terwijl de grootere worteltakken aan de plant steun geven, wordt het voedsel uit den grond alleen door de haarvezeltjes verzameld. Van daar, dat men bij het verpooten en verplanten van boomen en heesters, de grootste zorg moet dragen, dat die fijne vezelen niet verdroogen of bevriezen. Van daar ook, dat de ervaren boomkweeker de jonge boomen, welke verplant moeten worden, met zooveel mogelijk haarwortelen tracht te voorzien, en hiertoe ze vooraf van tijd tot tijd, b. v. om de twee jaren, verplant, terwijl hij telkens de uiteinden der wortels inkort. Want ter plaatse, waar de top van den wortel afgesneden is, verlengt zich deze niet meer, maar de wond sluit zich en ter zijde vormen zich nu eene menigte kleine haarvezeltjes, welke alle weldra in staat zijn, om voedsel uit den grond op te nemen.

Aan het gedeelte der plant, dat zich boven den grond bevindt, kan men verschillende deelen onderscheiden, die elk mijner lezers reeds met een bijzonderen naam weet te noemen. De as der plant of het middendeel, waaraan de andere zich hechten, wordt gevormd door den *stengel* of *stam* met zijne *takken*. Hieraan zijn de *bladeren* gehecht, en, zoo de plant haren vollen wasdom bereikt, zien wij daaraan ook op een bepaalden tijd van het jaar *bloemen* en later *vruchten*. Ook deze deelen moeten hier voorwerpen van eene meer naauwkeurige beschouwing uitmaken.

De stam, bij de kruidachtige gewassen gewoonlijk *stengel*, en bij de graansoorten veelal *halm* genoemd, onderscheidt zich van den

wortel daardoor, dat hij gewoonlijk naar boven groeit, en dat hij in de meeste gevallen van afstand tot afstand knoopen of geledingen vormt, welke de plaatsen zijn, waaruit zich de blad- en bloemknoppen ontwikkelen. Dit laatste maakt het eigenaardige van den stam uit, en het is in zekere mate onverschillig of deze zich boven, op of onder den grond bevindt. Van daar, dat vele in het dagelijksch leven zoogenaamde wortels niet anders dan onderaardsche stengels zijn. Zoo vindt men bij sommige grassoorten, bij de aspergien, bij de hop, bij den vergiftigen waterscheerling en meer andere planten een gedeelte van den stengel onder den grond, dat hierin waterpas voortloopt en *wortelstok* genaamd wordt. Dat werkelijk deze wortelstok tot den stengel en niet tot den wortel behoort, leert ons een meer naauwkeurig onderzoek, waardoor wij aan zijne onderzijde eene menigte ware wortels vinden en daartegenover knoppen, waaruit de bovenaardsche stengels ontstaan. Bij vele planten sterft jaarlijks dit laatste gedeelte, en gedurende den winter blijft alleen de wortelstok in leven, die dan even als een gewone stam of stengel zijtakken maken kan, welke, hetzij als *ranken over den grond heen*, hetzij als *wortelspruiten onder den grond* voortloopen. Van het eerste vinden wij een voorbeeld in de aardbezie en in de moederplant, terwijl ook het tweede bij planten gevonden wordt, welke den landbouwer en tuinier wel bekend zijn. Door wortelspruiten geschiedt de voortplanting bij den frambozenstruik; daaruit ontstaan ook de loopers of uitloopers, die in den omtrek der ontwikkelde plant uit den grond te voorschijn komen en hun aanzijn te danken hebben aan knoppen, welke op den onderaardschen stengel ontstaan zijn. Het is duidelijk, dat op deze wijze de planten zich ongeloofelijk spoedig over eene groote oppervlakte kunnen verspreiden en moeijelijk uit te roeijen zijn, gelijk de landbouwer bij ondervinding weet van de *kweek* of het puingras, dat zich juist op die wijze voortplant. Men meent alle kweek uitgeroeid te hebben, omdat men alle zigtbare planten heeft weggenomen, doch men heeft hier en daar den wortelstok ongeschonden gelaten, die zich nu snel uitbreiden, en op verschillende plaatsen weder bovenaardsche takken schieten zal.

Van de wijze, waarop de stengel onder den grond zich kan vertoonen, geeft ons ook de aardappelplant een belangrijk voorbeeld. De aardappel toch is eigenlijk geen wortel, en nog veel minder eene vrucht; hij is eene verdikking van den onderaardschen stengel of wortelstok. Dit blijkt uit de *oogen*, welke men daarop aan-

treft, en die niet anders zijn dan kleine knoppen. Hieruit ontstaat de jonge aardappelplant, zoo de pooter op behoorlijken tijd in den grond gelegd wordt, en de geheele massa van den aardappel dient hierbij tot eerste voedsel voor het jonge plantje. De bollen van de dahlia's daarentegen zijn een deel, niet van den onderaardschen stengel, maar van den wortel, want zij hebben die oogen niet. Men ziet ook de jeugdige plant niet ontstaan uit die bollen zelve, maar uit de knoppen, die aan het onderste van den stengel, digt bij den top van den bol geplaatst zijn, en waaraan de bol door omzetting van zijne bestanddeelen het eerste voedsel geeft.

Wat nu den gewoonlijk zoogenoemden stam of stengel aangaat, de vorm hiervan is bij de onderscheiden gewassen zeer verschillend. Bij onze meeste boomen en heesters is die gewoonlijk houtachtig; bij vele landbouwgewassen groen, week en saprijk, (zoo als bij de klaver, de boonen en erwten). Bij andere daarentegen (b. v. bij tarwe en rogge, en vooral bij vele rietsoorten) vormt de stengel een hollen, ronden, min of meer harden koker, die ter plaatse, waar de halm knoopen draagt, in tusschenschotten is afgedeeld. In het eene gewas verdeelt zich de stam in vele takken, die elk weder nieuwe takken, of bladeren en bloemen dragen; in het andere gaat de stengel onverdeeld naar boven en draagt aan zijn uiteinde een tros bloemen of bladeren. In één woord, ook in den stam vertoonen de planten eene onnoemelijke verscheidenheid van vormen, waardoor aan elke soort een eigenaardig en kenmerkend voorkomen gegeven wordt, dat wel in den zomer door het verschil van bladeren, bloemen en vruchten sterker in het oog loopt, maar toch ook in het ongunstige jaargetijde, bij onze boomen en heesters, door den aard van den stam en de wijze van takverdeeling te herkennen is.

Diezelfde verscheidenheid van vormen vindt de natuurkundige terug in de verschillende gedeelten van den plantenstengel, wanneer hij dien met het gewapend oog onderzoekt. Doch tevens ontdekt hij in het inwendig maaksel van den stengel van vele planten eene groote overeenstemming.

Wij zullen trachten ook dit voor onze lezers duidelijk te maken, en willen daartoe als voorbeeld den stam van onze gewone boomen eenigzins nader beschouwen.

Tot opheldering dezer beschouwing diene Fig. 17, waarin de verschillende deelen van den stam zijn aangeduid, waarover in de volgende regelen zal gesproken worden. Zij is de afbeelding van de dwarse doorsnede van een tweejarigen lindetak, vijfmaal vergroot voorgesteld.



a. schors.
b. bastvezelen met daartusschen liggende lagen van bastcellen.
c. jeugdige bastlaag.
d. jeugdige houtlaag.
e. plaats der toekomstige vorming van nieuw hout en bast.
f. hout.
g. mergstralen.
h. merg.

Fig. 17.

In de jeugdige stammen of takjes der boomen en in de meeste groene stengels, ziet men deze van buiten bedekt door eene *opperhuid*, een dun, meer of min glinsterend vlies, dat echter bij toenemenden ouderdom der plant verdroogt of afvalt, zoodat het aan den stam der groote boomen bijna nimmer meer gevonden wordt. Onder de opperhuid bevindt zich de *schors*, die in de jeugdige stammen meestal donker groen gekleurd is, maar in de oudere boomen, waar de opperhuid reeds lang verdwenen is, gedeeltelijk dat ruwe, bruine, soms op vele plaatsen gebarsten en gescheurde aanzien heeft, hetwelk wij uitwendig bij de meeste boomstammen bespeuren. Die ruwe schors bestaat echter niet minder dan de andere deelen van den boom uit eene menigte celletjes of blaasjes, die, in jeugdigen staat, dunne wanden hebben en met sappen gevuld zijn. In een later levenstijdperk, is de werkzaamheid van dit gedeelte veranderd, het verdroogt en verhardt zich, en er vormt zich een eigenaardig weefsel, dat aan de binnenzijde steeds aangroeijende, van buiten gedeeltelijk afvalt; een weefsel, dat gewoonlijk den naam van *kurklaag* draagt, omdat het ons bij den kurkeik (een boom van het zuidelijk Europa) de zoo wel bekende kurk oplevert.

Somwijlen, wanneer de onderste schorslagen ook in haren groei gestoord worden en wanneer zij de ontwikkeling der binnenste deelen van den stam niet meer volgen kunnen, barsten en scheuren zij met de buitenwaarts liggende kurklaag open, en zijn hierdoor de oorzaak van het gespleten voorkomen bij het uitwendige van den stam van velen onzer boomen. Die splijting zal bij verschillende

planten verschillend zijn, naarmate van den vorm, de ontwikkeling en de bijzondere eigenschappen der schors- en kurklagen. Bij sommige boomen wordt jaarlijks de oude schors afgeworpen, gelijk men dit bij den gewonen plataan zeer duidelijk ziet.

Onder de schors bevindt zich *de bast*, die uit een zamenstel van eene menigte zeer kleine, lange, dunne vezelen of draadvormige cellen bestaat, waarvan wij den vorm in een volgend hoofdstuk naauwkeuriger beschouwen zullen. Ten gevolge dezer zamenstelling is de bast veel taaijer, buigzamer en steviger dan de meeste andere plantenweefsels, en uitmuntend geschikt voor allerlei doeleinden. Onnoemelijk is dan ook het gebruik, dat door de menschen van die bastvezelen gemaakt wordt; vlas en hennep worden grootendeels van wege die bastvezelen gekweekt, welke ons linnen en touwwerk verschaffen. De moscovische mat of band, den tuinier zoo wel bekend, is wederom niet anders, dan de gedroogde bastlaag van den lindeboom; en zoo zijn er vele planten, die in haren bast den mensch op de eene of andere wijze nuttig zijn.

Onder den bast bevindt zich *hout* en *merg*, doch beide zijn niet in alle planten even duidelijk met het bloote oog te onderkennen, gelijk men bij vele gewassen ook bast en schors niet bij den eersten oogopslag onderscheiden zal. Bij vele eenjarige planten is het hout week en saprijk en bij de meesten onzer boomen vindt men in een ouder tijdperk het merg grootendeels verdwenen en verdroogd of door het hout verdrongen. In sommige echter, zoo als b. v. de gewone vlierboom, neemt het merg steeds eene zekere uitgebreidheid in; het vormt daar die witte, zachte en sponsachtige massa, waarvan de knaap dikwijls bij zijne spelen gebruik maakt.

Waar men van timmerhout spreekt, moet hout en spint onderscheiden worden; want het hout is veel harder en drooger, en daarom duurzamer dan het spint. Doch in kruidkundigen zin is het verschil tusschen hout en spint gering, want dit laatste is niet anders dan jong hout, wat vroeger of later in het eigenlijke hout overgaat, en daarbij zwaarder en donkerder van kleur wordt. Er zijn andere kenmerken, waarbij wij hier moeten stilstaan.

Wanneer men den stam van een onzer gewone boomen, b. v. van een jeugdigen eik, met een scherp mes dwars doorsnijdt, dan zal elk een, die de snede aandachtig beschouwt, terstond daarop de plaats van bast, van spint en hout kunnen aanwijzen; zoo men hier onder bast verstaat, hetgeen in het gewone leven zoo genoemd wordt, namelijk opperhuid, schors en eigenlijken bast te zamen.

Doch kennen mijne lezers wel de reeks van kringen, die men op hout en spint en soms ook op den bast waarneemt? De kringen, die steeds aan elkander min of meer evenwijdig loopen, en alzoo elkander omsluiten en naar het midden toe steeds kleiner worden? Deze kringen zijn de hoogste opmerkzaamheid waard van ieder, die in den groei der boomen belang stelt, want zij leeren ons niet alleen den ouderdom, maar de geheele geschiedenis van den boom. Bij den groei van den boom wordt er jaarlijks eene nieuwe laag hout op het reeds bestaande gelegd, jaarlijks een ring van hout (of liever van spint) om het oude hout gevormd. En daar in onze gewesten de groei der planten niet het geheele jaar door plaats heeft, maar in den winter nagenoeg stil staat, zoo ontstaat er eene soort van afscheiding tusschen het laatste hout van het vorige en het eerste van het tegenwoordige jaar; eene afscheiding, of, laten wij liever zeggen, een onderscheid in zamenstelling, waardoor de kringen ontstaan, waarop zoo aanstonds gewezen is. Van daar dan ook, dat jaarlijks het aantal kringen met één vermeerderd wordt, zoodat men de kringen zeer juist *jaarkringen* noemt; elk hunner toont de laag hout aan, die in den afgeloopen zomer om de reeds bestaande houtdeelen is neergelegd, en de breedte van den jaarkring wijst juist aan, hoeveel hout er in dat jaar gevormd is.

De aanwas van het jonge hout heeft dus plaats buiten tegen het reeds gevormde hout aan. Het is de met het bloote oog naauwelijks bemerkbare laag, die zich tusschen bast en spint bevindt, welke de zetel is dier vorming van hout en van bast tevens. Hier vindt het oog der beschouwers in het voorjaar eene geleiachtige massa, welke veroorzaakt, dat aldaar bij eenig kloppen bast en hout gemakkelijk loslaten, zoodat op die wijze het eiken-akkermaalshout geschild wordt, waarvan de bast voor de leerlooijerijen groote waarde heeft. Een nader onderzoek nu van deze dunne laag leert, dat zij bestaat uit eene menigte van kleine, zeer jeugdige celletjes, welke zich snel vermenigvuldigen en zich gedeeltelijk tot hout, gedeeltelijk tot bast ontwikkelen. De aldus nieuw gevormde bast legt zich binnen tegen den ouden bast aan, zoodat, bij den toenemenden groei der boomen, de oude bast en schors voortdurend naar buiten gedreven worden. Van hier dan ook de natuurlijke oorzaak, waarom de schors van vele boomen, en ook de oudere bast scheurt en splijt of afvalt. Telken jare moet hij een grooteren omtrek bedekken, terwijl integendeel de groei in de buitenste of oudste lagen sedert lang heeft opgehouden.

Uit het gezegde volgt tevens, dat, zoo de bast niet gedeeltelijk

verloren ging, men in dezen evenzoo jaarringen moest kunnen onderscheiden als in het hout, want er wordt jaarlijks zoowel eene nieuwe bastlaag, als eene nieuwe houtlaag gevormd. Men zoude dan zelfs dikwijls in den bast nog een veel grooter aantal kringen bespeuren dan in het hout, omdat bij vele boomen de in een jaar gevormde bastlaag uit twee, drie en soms meerdere lagen bestaat. Men ziet dit ook werkelijk zoo. In die boomen, waar de bast- en schorslagen der verschillende jaren niet innig met elkander vergroeid of gedeeltelijk afgevallen zijn, kan men de jaarringen ook in den bast meer of minder duidelijk waarnemen. Zulks is b. v. het geval bij den lindeboom, zoo men den bast vooraf in water laat weeken.

De straks genoemde en op bl. 109 afgebeelde doorsnede van een lindentak, kan ons nog meer van de inwendige zamenstelling van den stam doen kennen. Wij zien door hout en bast heen eenige ligtere streepen *g*, welke van den omtrek naar het middelpunt loopen, en waarvan sommigen tot aan dit middelpunt zich uitstrekken, terwijl anderen, vóórdat zij hier gekomen zijn, verdwijnen. Deze streepen, welke uit cellen van anderen vorm dan die van het hout zijn zamengesteld, zijn als het ware eene voortzetting van het merg, dat in oudere boomen grootendeels heeft opgehouden te leven. Zij schijnen als stralen uit het merg uit te gaan en worden daarom *mergstralen* genoemd, hoewel er daaronder zijn, welke het merg nimmer bereiken en eerst ontstaan als de verrigtingen van het merg hebben opgehouden. Deze mergstralen (welke veroorzaken, dat het hout zich in bepaalde rigtingen zoo gemakkelijk laat kloven) houden het binnenste van den stam in voortdurend verband met de buitenste deelen. Hout en bast beide blijven door de mergstralen in gemeenschap met de jongstgevormde deelen, en de reeds gedeeltelijk verharde plaatsen ontvangen daardoor nog een tijd lang voedsel van de saprijke deelen.

De bovenstaande uiteenzetting van de zamenstelling en groeiwijze van den stam bewijst overvloedig de waarheid van het gezegde, dat de jaarringen niet alleen den ouderdom, maar ook de geheele geschiedenis van den boom bevatten. Men ziet uit het aantal jaarringen van het hout, hoeveel jaren de boom geleefd heeft, doch bovendien wijst de breedte van den jaarring de dikte van de in elk jaar gevormde houtlaag aan. Alle jaarringen zijn niet even breed, want niet elk jaar is even gunstig voor den houtgroei. De meeste jaarringen zijn niet overal in den omtrek even breed, met andere woorden, de houtlaag, die zich vormt, is niet aan alle zijden van den boom even dik.

Waar de boom veel van den noordenwind te lijden gehad heeft,

of van eene warme beschutting eensklaps is beroofd; waar de takken te weinig lucht of licht hebben kunnen vinden, of waar de wortel zich niet naar behooren heeft kunnen uitbreiden; daar zal de boom ook minder hout hebben gemaakt, dan op andere plaatsen, en de geringe breedte van den jaarring zal dit onmiddellijk aantoonen. Dit moge vroeg of laat gebeurd zijn, het eenmaal gevormde teeken blijft in den boom zoo lang hij leeft, zoodat de omgehouwen stam een volledig overzigt geeft van de vruchtbaarheid der jaren van zijn bestaan.

Doch niet alleen van weldaden, ook van ontvangen beleedigingen bewaart de stam het teeken. Wie zijne naamletters gesneden heeft in de schors des booms, zal die na verloop van jaren grover en onduidelijker zien worden en ten laatste zien verdwijnen, zoo de steeds daaronder gevormde nieuwe lagen, de oude schors hebben doen splijten of afvallen. Maar zoo het mes van den baldadige door schors en bast heen tot in het hout is doorgedrongen, dan zal de wond van den bast zich heelen en verdwijnen, maar die van het hout zal blijven; er zal zich geen nieuw hout vormen, tot dat de bast genezen is, en de indrukselen in het oude hout blijven bestaan, want zij worden door het nieuwe hout omsloten. Hij, die als knaap op die wijze zijn naam in het hout der boomen heeft gegrift, verwondere zich niet, wanneer hij als grijsaard in den omgevelden boom die naamletters nog ongeschonden terugvindt. Zij waren daar binnen wel bewaard.

Er is nog meer af te leiden uit het straks gezegde. Zoo in den boom een spijker wordt geslagen, wat zal daarvan dan het gevolg zijn? Het antwoord op deze vraag kan de lezer dezer bladzijden, zoo hij het niet reeds door ondervinding kent, gemakkelijk vinden. Wanneer de spijker niet verder dan tot in den bast van den boom is doorgedrongen, zal hij jaarlijks met den bast meer en meer naar buiten worden gedreven, en zoo de schors splijt of afvalt, zal de spijker mede uitvallen. Het aanwezen van den spijker zal den boom bij zijn lateren groei niet schaden. Zoo daarentegen de spijker tot in het hout is doorgedrongen, is het geval gansch anders. Bijaldien er geene inwatering plaats heeft en de groei van den boom geregeld voortgaat, zal er jaarlijks rondom den spijker eene nieuwe houtlaag worden aangelegd. De bast wordt naar buiten gedrongen, doch de spijker, die in het hout bevestigd is, kan niet mede; zoodat het gedeelte van den spijker, dat zich in den bast bevindt, steeds kleiner en kleiner wordt, en ten laatste de geheele



spijker in het hout begraven wordt, om daarin te blijven, tot dat de boom gekloofd of tot planken gezaagd wordt. Op die wijze kunnen soms vreemde zelfstandigheden in het hout geraken. Men bewaart b. v. te Leiden nog altijd een stuk hout, waarin in het midden van den stam, de drie tanden van een ijzeren greep (zoo als Fig. 18 vertoont) volkomen zijn ingegroeid.

Fig. 18.

Zoo wij het bovengezegde toepassen op het snoeijen der bosschen,[1]) dan komen wij tot hoogst gewigtige gevolgtrekkingen.

Sommigen snoeijen den tak *op sporen*, zoo als men dat noemt, dat is, zij nemen den tak weg digt bij den stam en laten een klein gedeelte blijven, zoo als dit in Fig. 19 afgebeeld is;[2]) anderen nemen nog meer van den tak weg, maar kappen dien niet glad bij den stam af, daar zij gewoonlijk van boven eene kleine punt daaraan laten (zie Fig. 20), hetgeen bij gebruik van den beitelstok moeijelijk te vermijden is; anderen eindelijk nemen den geheelen tak weg en maken zelfs een kleinen inham in den stam, zoodat deze zich, van ter zijde gezien, als Fig. 21, *a*, vertoont.

Welke dezer handelwijzen men volgt, is gansch niet onverschillig. Terwijl de eerste in staat is, om de waarde van een boom grootendeels te verminderen, kan de laatste het snoeijen zoo weinig mogelijk schadelijk doen zijn. Doch slechts zelden wordt de gesnoeide tak behoorlijk weggenomen; veelal vreest men, eene wond aan den bast te zullen maken, terwijl men niet schroomt door het snoeijen op sporen eene veel grootere wond aan het hout toe te brengen; eene wond, welke, in tegenstelling van die van den bast, niet geneest, maar wel verergert.

Immers wanneer men op sporen snoeit, dan kan het kleine gedeelte van den tak, wat aan den boom gelaten wordt, niet blijven leven. Het sterft af, en wel zoo ver als de tak tot in het hout zich uitstrekt. De nieuwe houtlagen sluiten en hechten zich niet daaraan,

---

1) Over het snoeijen van vruchtboomen, waarbij men zich ten doel stelt, niet om een gaven, regten en langen stam van behoorlijke dikte, maar om eene groote hoeveelheid vruchten te verkrijgen, spreken wij hier niet.

2) Deze en de vier volgende afbeeldingen zijn overgenomen uit de verhandeling over het snoeijen of beitelen van het opgaande houtgewas, door Jhr. Mr. D. T. Gevers. Uitgegeven door de Maatschappij ter bevordering van den Landbouw, te Amsterdam. 1832.



Fig. 19.



Fig. 20.

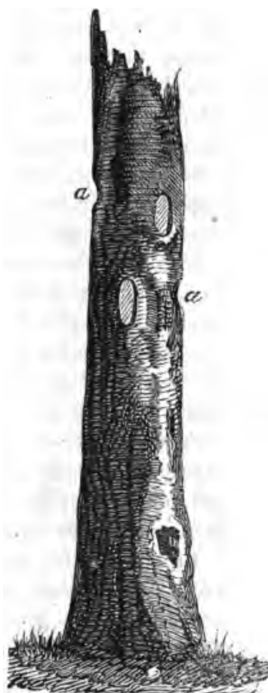


Fig. 21.

zoo als het geval zoude geweest zijn, wanneer de tak was blijven leven. De gevolgen voor den boom zijn nu dezelfde, als wanneer een spijker daarin geslagen was. Telken jare vormt zich nieuw hout tegen de doode stomp zonder zich hieraan te hechten, en zoo de afgesnoeide tak niet te dik was geweest, heelt zich na eenigen tijd de wonde van den bast, zoodat het overgebleven stuk van den tak daardoor omsloten wordt, en de nieuwe hout- en bastlagen zich nu weder tusschen de stomp en den bast kunnen vormen. Ten gevolge hiervan komen die stompen eindelijk geheel binnen in het hout, zonder echter daarmede tot een geheel vereenigd te zijn, en zij vertoonen zich dus later, wanneer van den boom planken gezaagd worden, als de zoo hinderlijke *doode kwasten*, welke bij de minste aanraking uit de plank vallen, en deze voor vele doeleinden ongeschikt maken. Dit zijn de gevolgen van het snoeijen op sporen in het gunstigste geval, wanneer de weggenomen tak niet dik was,

en de bast spoedig de gemaakte wond overdekte, zoodat er geene rotting ontstond. In den regel echter heeft het snoeijen op sporen, vooral van dikkere takken, veel nadeeliger uitwerkselen. De overgelaten stomp wordt daar niet een houten spijker, die onder het nieuwe hout begraven wordt, maar eene bron van bederf voor den geheelen boom. De doode stomp, aan wind en weder blootgesteld, begint te verrotten, en daar het veel langer duurt, eer de bast de groote wond heeft kunnen bedekken, zoo komt het onder de stomp gelegen hout met de lucht in aanraking; het verhardt en veroudert, en het nieuwe hout zet zich niet gemakkelijk daartegen aan. Langzamerhand begint het in te wateren en deelt zich de verrotting van de dikke spoor ook aan den stam mede en er ontstaan holten in, die een kanker voor den geheelen boom kunnen worden. Soms groeit later de bast over de wonden heen, zoodat zij voor het oog verborgen worden, maar daarom is de holte in den boom niet weggenomen, zoo als duidelijk blijkt bij vele gevelde boomen, en soms ook nog tijdens het leven van de plant, wanneer de spechten, die deze gaten juist opzoeken, den bast weder doorboren.

Bij de derde handelwijze, die helaas veel te weinig gevolgd wordt, heeft men deze nadeelen niet. De bast maakt reeds het eerste jaar een gezonden zoom, die reeds een gedeelte der wond digt. Dit gaat met elk jaar zoo voort, daar geen uitstekende spoor den bast verhindert, zich over de wond uit te breiden en aaneen te sluiten. Weldra heeft de bast de wond geheel bedekt, en zelfs het daarvan overgebleven likteeken, (zoo als op Fig. 22 te zien is) verdwijnt later geheel. Zoodra de wond van buiten geheeld is, vormt zich weder nieuw hout over het oude heen. Wel sluit het zich niet hieraan vast, daar de door het snoeimes ontbloote houtlaag verhard en verdroogd is, doch bij het doorzagen van den boom, bespeurt men geen dooden kwast, maar alleen eene kleine spleet of scheur, die de grootte heeft van de middellijn van den afgesneden tak, en veel minder nadeelig is voor het hout dan gene.

Bij de tweede wijze, waar men geene eigenlijke sporen, maar toch, vooral van boven, een kleinen opstaanden rand aan den stam laat, (zie Fig. 20), zijn de nadeelige gevolgen ook tusschen de beschrevene gelegen, en niet zoo groot als bij de eerste, maar ook niet zoo gering als bij de derde handelwijze. Er ontstaat niet zoo gemakkelijk verrotting, maar de bast heeft langer tijd noodig, om de wond te heelen, waardoor ook de aanwas van nieuw hout daar ter plaatse eerst later begint. Bovendien groeit de bast niet glad over de wond heen,



Fig. 22.



Fig. 23.

maar er vormen zich dikten en knoesten, zoo als in Fig. 23 is afgebeeld, waardoor de boom een minder schoon aanzien en de stam eene mindere waarde verkrijgen. Deze gevolgen zijn vooral duidelijk bij grootere snoeiwonden, omdat de snoeiwonden van dunne takken veel spoediger genezen dan die van dikke. Bij jeugdige, sterk groeijende boomen zal elke snoeiwond, groot of klein, veel gemakkelijker geheeld worden dan bij oude boomen.

Men ziet hieruit, van hoeveel belang het is, dat het snoeijen behoorlijk geschiede, en hoe ook hier kennis voordeel kan aanbrengen. Zoo men eens berekende, hoeveel boomen jaarlijks bedorven worden door onhandige snoeijers, die verkeerd en op verkeerde plaatsen snoeijen, men zoude zien, dat dit getal zeer groot is, en dat daardoor jaarlijks duizenden guldens moedwillig verloren gaan.

Na deze uitweiding keeren wij tot de beschouwing van den stam terug, welken wij nog als as of middendeel der plant moeten leeren kennen.

Bij de boomen zijn aan den stam de *takken* gehecht, welke weder kleinere takken dragen, waaraan de bladeren en bloemen hangen, terwijl deze bij de eenjarige planten veelal aan den stengel zelven gehecht zijn. Echter zijn de takken volstrekt niet onderscheiden van den stam, dan alleen daardoor dat zij niet op den wortel, maar op den stam zijn ingeplant. Hunne zamenstelling en groeiwijze is volkomen dezelfde als die van den stam, zoodat het van dezen gezegde ook voor de takken gelden kan. Men vindt telkens eene herhaling van dezelfde verschijnselen, die wij bij den stam hebben opgemerkt en hoewel het aan den eenen kant waar is, dat de takken met de plant één geheel uitmaken, zoo is echter aan de andere zijde elke tak in zekere mate zelfstandig en kan zich onafhankelijk van de andere ontwikkelen.

Aan de jongste takjes vindt men op verschillende afstanden en meestal in de oksels der bladeren (d. i. tusschen den bladsteel en den tak of stengel in, aan het punt waar beide bijeen komen) de *knoppen* geplaatst, waaruit zich later takken of bloemen ontwikkelen zullen. Bovendien eindigen alle takken in een knop, welke *eindknop* genaamd wordt, en meestal de overige knoppen in ontwikkeling vooruit is. Wanneer in het najaar de bladeren afvallen, blijven de dan aanwezige knoppen aan den tak gehecht, en zijn gedurende het najaar en den winter in een rustenden toestand, om in het voorjaar, wanneer de koesterende stralen der lentezon de natuur weêr doen ontluiken, open te gaan en zich tot nieuwe, jonge loten te *ontwikkelen*. Dit woord kan hier in den eigenlijken zin worden opgevat; het is werkelijk een loswikkelen en ontplooijen van de inwendige deelen van den knop, hetwelk dan plaats heeft. Want in den bladknop bevindt zich reeds een beginsel van een jong takje en jonge blaadjes, welke regelmatig en kunstig zijn ineengerold, zoodat het eene blaadje het andere bedekt en alle te zamen slechts eene kleine ruimte innemen. Voor de beschutting dezer kleine, nog teedere blaadjes heeft de natuur gezorgd door schubbetjes, die den knop van alle zijden omgeven, en niet anders zijn dan verharde en veranderde blaadjes, dikwijls, zoo als b. v. bij den kastanjeboom, met een harsachtige stof bedekt.

In deze knoppen nu huist het vermogen, om nieuwe takken en bladeren te vormen en daardoor de moederplant te vergrooten; maar men kan hiervan ook gebruik maken om de plant te vermenigvuldigen en voort te planten. Zoo worden de aardappelen en vele bolplanten op die wijze gekweekt; zoo bestaat het oculeren in het

overbrengen van een knop (met zijn zieltje of spil) in den anderen boom; in beide gevallen is het een knop, waaruit de nieuwe plant zich vormt.

Het vermogen der meeste gewassen, om zich door zulke knoppen uit te breiden en voort te planten, is zeer groot; het is ook op deze wijze, dat de plant sommige beleedigingen tracht te herstellen. Zoo ziet men dikwijls rondom de stomp van een dikken, afgehouwen tak eene menigte kleine takjes te voorschijn komen, ontstaan uit knoppen, welke zich na en ten gevolge van het afhouwen van den tak daar gevormd hebben. Bij een boom, die gekandelaard is, ziet men vaak den geheelen stam met een nest van zulke takjes bedekt, waardoor de plant tracht, de verloren bladeren terug te ontvangen. Zoo ontstaan dan soms ook knoppen op plaatsen, waar dit in den gewonen toestand niet het geval is, b. v. tusschen bast en hout, aan het boveneinde van de stomp van een afgezaagden populierboom; zoo kan ook een afgesneden stengel nieuwe wortels vormen, gelijk duidelijk bij een wilge-tak te zien is, zoo deze in het water gezet wordt. In één woord, de plant kan uit den stam nieuwe of bijkomende wortels en takken vormen, wanneer zij door eenige oorzaak van de oude gedeeltelijk beroofd is. De plant blijft dan leven en wijzigt zich naar de omstandigheden, maar ondervindt niettemin krachtig de gevolgen dier uitwendige invloeden.

Zonder ons met de beschouwing der doornen en stekels in te laten, gaan wij onmiddellijk over tot die der

Bladeren. Deze vormen het gedeelte der plant, wat in onze gewesten meestal jaarlijks wordt afgeworpen, maar ook telken jare wordt vernieuwd. Het bestaan van het blad is dus, behalve bij enkele planten, slechts kort, doch in dien korten tijd heeft het belangrijke verrigtingen te vervullen; het moet aan de plant voedsel uit de lucht aanvoeren en verwerken; het moet het overtollige water uit de plant in de lucht overbrengen, en daartoe in voortdurende en veelzijdige aanraking met de lucht zijn. In het volgende hoofdstuk zal dit nader uiteengezet, en dan tevens aangetoond worden, hoe de bladeren voor dit doel op eene voortreffelijke wijze ingerigt zijn. Thans zullen wij ons tot eenige algemeene opmerkingen omtrent de wijze van voorkomen der bladeren bepalen.

De bladeren worden bij nagenoeg alle planten gevonden, doch niet bij alle in dezelfde hoeveelheid. Terwijl de meesten onzer boomen, zoo als eik, beuk en linde een digt loofdak vormen, bezitten andere, vooral die van andere streken, slechts aan den top eene kroon

van bladeren. Terwijl sommige landbouwgewassen, zoo als klaver, aardappelen, boekweit, zeer rijk aan bladeren zijn, vindt men bij de meeste graansoorten slechts enkele smalle bladeren aan den voet en aan de knoopen van den stengel. De cactusplanten, die in de broeikassen op vele buitenplaatsen te vinden zijn, hebben slechts zeer weinig ontwikkelde bladeren, en de paddestoelen eindelijk en enkele dergelijke planten hebben in het geheel geene bladeren.

Niet minder verschillend is de vorm der bladeren. Met regt kan men beweren, dat er geene twee plantensoorten gevonden worden, die dezelfde bladeren hebben. Ja, zoo men van een zelfden boom al de bladeren verzamelde en vergeleek, zoude men vinden, dat, hoewel alle eenzelfde karakter dragen, er toch geene twee gevonden worden, die volkomen aan elkander gelijk zijn. Men vindt zelfs bij sommige planten op verschillende hoogte van den stengel geheel verschillende bladeren, die dan soms andere verrigtingen te vervullen hebben, en daarnaar, of naar hunne plaats, stoppeltjes of steunblaadjes, schutbladeren, wortelbladeren enz. genoemd worden. En echter, te midden dier eindelooze verscheidenheid vinden wij eene overeenstemming en eenheid, welke ons ruime stof aanbiedt, om ook hier de schoonheid van het geschapene te bewonderen.

Eene groote reeks van planten, waartoe ook de grassoorten behooren, hebben eenvoudige, meest lange en smalle bladeren, die in menig opzigt overeenkomst vertoonen; vele andere planten dragen veelvuldig ingesneden en min of meer gebogen en gegolfde bladeren; wederom anderen hebben elk blad uit meerdere kleinere te zamen gesteld, zoo als men bij de klaver en hennep, bij den kastanje- en acacia-boom duidelijk kan opmerken.

In alle groene bladeren wordt eene zelfde stof gevonden, die de oorzaak hunner groene kleur is. Alle bladeren bevatten nerven of aderen, wier loop zeer verschillend kan zijn, maar wier verrigting altijd is: steun geven aan het zachte weefsel, en aanvoeren van voedsel uit de moederplant, terwijl de luchtwisseling in de plant daardoor bevorderd wordt. Alle bladeren bestaan, behalve uit den *bladsteel*, die soms zeer klein en bijna onzigtbaar kan zijn, uit de *bladschijf* of het gewoonlijk zoogenoemde blad. Deze bladschijf is, even als de andere plantendeelen, met eene opperhuid bedekt, maar gewoonlijk heeft die opperhuid aan de eene zijde van het blad eene bijzondere zamenstelling. Terwijl die der bovenvlakte meestal bestaat uit een gesloten vlies, dat uit eene menigte min of meer platte, aan elkander sluitende cellen zamengevoegd is, vindt men in de

opperhuid der ondervlakte, behalve deze cellen, hier en daar nog eene bijzondere soort van cellen (zie Fig. 24, *a*), welke den vorm van eene halve maan hebben, en paarsgewijze zoodanig bij een staan, dat tusschen beide eene holte open blijft, waardoor het inwendige van het blad met de buitenlucht in onmiddelijke gemeenschap staat. Hetgeen men nu bij de gewone in de lucht levende bladeren grootendeels aan de ondervlakte waarneemt, vindt men bij de drijvende bladeren der waterplanten aan de bovenvlakte, daar de andere zijde niet met de lucht in aanraking is, en deze openingen, gelijk in het volgende hoofdstuk nader blijken zal, met de voeding der plant ten koste der lucht in naauw verband staan.

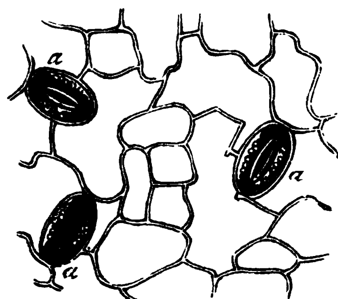


Fig. 24.
Afbeelding van een klein stukje van het buitenste dunne vlies aan de ondervlakte van een geranium-blad, 200maal vergroot.

Indien de plant aan hare bestemming zal voldoen, dan moet zij in staat zijn, om niet alleen zich zelve te onderhouden, maar ook aan nieuwe planten van dezelfde soort het aanzijn te geven. Dit nu geschiedt bij de hoogere bewerktuigde planten door de vrucht, die in het zaad de kiem eener nieuwe plant bevat. Aan de vorming der vrucht gaat echter die der bloem vooraf, waarvan een deel zich later tot vrucht ontwikkelt.

Bij de beschouwing dezer deelen, waartoe wij thans genaderd zijn, zullen wij daarom dezelfde orde volgen en eerst de bloem, vervolgens de vrucht kortelijk beschrijven. Zoo dan de lezer in den zomer het hier opgegevene met de natuur wil vergelijken, zal het hem niet moeijelijk vallen, om zelf de verschillende deelen der bloemen te ontdekken.

In *de bloem* der gewone planten ziet men in den regel de verschillende deelen in vier kringen of kransen om en op elkander geplaatst. De buitenste en onderste kring wordt gevormd door den *kelk*, een kring van meerdere, veelal groene blaadjes, welke den bloemknop geheel bedekt en beschermt, maar, wanneer de bloem open gegaan is, in ontwikkeling achterblijft en dan somwijlen, zoo als bij de papavers, spoedig afvalt. Het aantal blaadjes, wat den kelk zamenstelt, is gewoonlijk 3 of 5 (soms ook 4) of de dubbeltallen daarvan 6 of 10, en ook in die gevallen, waarin de kelk opper-

vlakkig uit één bekervormig blad bestaat, bewijzen drie of vijf insnijdingen in den rand den oorsprong van drie of vijf deelen. De kelk omsluit een gedeelte van de bloem, wat veelal het meest de oogen der onkundigen trekt. Het zijn de teedere, zoo verschillend en prachtig schoon gekleurde *bloemblaadjes*, welke te zamen de *bloemkroon* uitmaken. Deze bloemblaadjes zijn gewoonlijk even veel in aantal als de kelkbladen, doch zij wijken nog meer dan deze van gewone bladeren af. Terwijl de kelkblaadjes meestal groen zijn en in stevigheid met de bladeren der plant overeenkomen, zijn de bloemblaadjes bijna altijd anders gekleurd, veel zachter en teederder van maaksel, en hun vorm is soms een geheel andere, dan die der bladeren van dezelfde plant. Met deze hebben zij behalve den algemeenen bladvorm alleen dit gemeen, dat zich vertakte nerven of aderen daarin bevinden. In de meeste bloemen zijn kelk en bloemkroon duidelijk te vinden, doch somwijlen zijn beide tot één deel vereenigd, waarop men bij het onderzoek der bloem wel moet letten.

De derde kring wordt gevormd, door een krans van die eigenaardige, draadvormige deelen, welke men *meeldraden* noemt en welke in Fig. 25, *d. d.* zijn afgebeeld. Hun aantal is in de verschillende bloemen veel meer verschillend dan dat der kelk- en bloembladen, zoodat er soms enkelen, soms echter een groot aantal daarvan aanwezig zijn. Hun vorm is geheel en al verschillend van de gedaante der bladeren, doch even als men bij elk blad een bladsteel en eene bladschijf onderscheidt, zoo vindt men ook elken meeldraad bestaande uit een *helmdraad* en een *helmknopje*. Dit laatste vooral is een der gewigtigste deelen der bloem, want hierin bevindt zich het zoogenaamde *stuifmeel*, dat is eene groote menigte van kleine korreltjes, welke, wanneer zij rijp zijn, door het open gaan van het helmknopje zich verspreiden, en met de binnenste deelen, *de stampers*, zamenwerken moeten, om de bloem aan hare bestemming te doen beantwoorden, dat is, te doen vrucht dragen.

Deze *stampers*, die, gelijk gezegd is, het middelste deel der bloem uitmaken, bestaan uit drie gedeelten, waarvan het eerste altijd aanwezig moet zijn, en ook verre weg het voornaamste deel is; de beide andere kunnen somwijlen in ontwikkeling achtergebleven en daardoor minder duidelijk zigtbaar zijn. Het eerstgenoemde en onderste deel van den stamper is het *vruchtbeginsel*, dat zich op den bodem der bloem bevindt, en aldus genaamd is, omdat zich daaruit later de vrucht zal vormen. Aan dit vruchtbeginsel is van boven *het stijltje* gehecht, wat eindigt in den *stempel*, eene hetzij platte, hetzij

min of meer bekervormige uitbreiding van het stijltje, welke van boven met haartjes of veelal met een kleverig vocht bekleed is, waardoor de hierop gevallen korreltjes stuifmeel vast blijven kleven en niet ligt weder wegwaaijen.

Wat nu het aantal der stampers betreft, die in ééne bloem gevonden worden, het kan zeer verschillend zijn. Men vindt soms vele, soms ook niet meer dan een enkelen stamper, doch waar er meerdere zijn, heeft ook elke stamper zijn vruchtbeginsel, dat is een afzonderlijk hokje in de toekomstige vrucht, waarin het zaad besloten is. In den regel zijn echter de stampers in minder aantal dan de meeldraden aanwezig, en deze staan in een kring om de eerste geplaatst.

Deze vier kringen nu, met de verschillende daartoe behoorende deelen, worden in de meeste volkomene bloemen wedergevonden. Men ontdekt dan altijd den kelk buiten of onder aan de bloem, en den stamper in het midden, als het ware den top en het uiteinde vormende van den tak of steel, die de bloem draagt. En zoo kelk en bloemkroon beide uit meerdere blaadjes bestaan, ziet men ze afwisselend geplaatst, zoodat elk blaadje der bloemkroon midden boven de tusschenruimte tusschen twee kelkblaadjes zich bevindt; de meeldraden zijn dan weder juist boven de kelkbladen, en de stampers tegenover de deelen der bloemkroon geplaatst. Deze volkomen regelmatige rangschikking, die men bij sommige bloemen (zoo als die van het koolzaad, van den vlierboom, van de boterbloem) opmerkt, vindt men echter niet in alle bloemen. Er zijn er, waar kelk en bloemkroon tot één omhulsel vereenigd zijn, zoo als men bij de keizerskroon, de lelien, afgebeeld in Fig. 25, de tulpen en andere bloemen ziet en waarin men soms gelijk in ommestaande Fig. 25, de bloemkroon en kelk alleen daaraan herkennen kan, dat drie der geheel gelijkvormige bladeren, *fff*, als kelkbladeren, in een kring buiten om de drie andere *eee* staan, welke dan de bloemkroon voorstellen. Bij andere planten wederom, zoo als bij de erwten en boonen, schijnt de bloemkroon zeer onregelmatig gevormd; bij andere wederom zijn meeldraden en stamper vergroeid, en vele bloemen op een zelfden voet vereenigd, waardoor zij een zeer zamengesteld voorkomen hebben, zoo als men in onze gewone paardebloem ziet. In één woord, de groote verscheidenheid, die in het plantenrijk heerscht, en welke wij reeds bij stengel en blad konden opmerken, is in de bloem ten top gevoerd. Een overzigt van al die vormen der bloemen is hier dus nog bezwaarlijker, dan dat van de verschillende sten-



Fig. 25.

Afbeelding eener lelie op ⅔ der natuurlijke groote.

a. stempel; *b.* het stijltje; *c.* een gedeelte van het vruchtbeginsel; *d.d.* meeldraden, zes in getal; *e.e.e.* binnenste bladeren; *f.f.f.* buitenste bladeren.

gels en bladeren; en dezelfde redenen, die ons boven van het geven van zulk een overzigt hebben teruggehouden, gelden ook hier. Wij zullen daarom deze korte beschrijving der bloem besluiten met eene aanwijzing van de verrigtingen, die hare voornaamste deelen te vervullen hebben, en daarbij de hulpmiddelen vermelden, waarvan de natuur bij minder volkomene bloemen gebruik maakt.

Gelijk zoo straks werd gezegd, is de zamenwerking van het stuifmeel der meeldraden en van het vruchtbeginsel van den stamper noodig, om vruchtbaar zaad te doen ontstaan. Het zijn als het ware twee geslachten der bloem, waarvan de meeldraden het mannelijk en de stamper het vrouwelijk gedeelte uitmaken. Deze vergelijking met het dierenrijk, die reeds voor langen tijd gemaakt is, heeft men zoo algemeen erkend, dat meeldraden en stamper gewoonlijk het mannelijk en vrouwelijk gedeelte der bloem genoemd worden. Doch men zoude zich vergissen, zoo men meende, dat de vergelijking met het dierenrijk verder kon toegepast worden, en wanneer men trachten wilde, om overal overeenkomst tusschen planten en dieren te zoeken, zou men ligtelijk tot de grootste dwalingen komen. De volgende beschrijving van de bevruchting kan zulks overvloedig bewijzen.

Wanneer het stuifmeel rijp is, barst het helmknopje open, en de fijne korreltjes verspreiden zich, terwijl de plaats van den stamper gewoonlijk zoodanig is, dat vele korreltjes hier op vallen. Ten gevolge van de kleverige oppervlakte van den stempel blijven zij daarop gehecht, en het eigenaardig vocht, waarmede zij in aanraking zijn, veroorzaakt dat het korreltje zich uitzet en daaraan eene lange, dunne buis of pijp gevormd wordt, die in het stijltje indringt, en

daardoor tot binnen in den stamper komt. De nevensstaande Fig. 26, waarin de stamper van een viooltje, vergroot en van boven naar beneden midden doorgesneden, afgebeeld is, kan dit duidelijk maken. Men ziet daaruit dat het stijltje *a* een hollen koker vormt, die geleidt naar het binnenste van het vruchtbeginsel, waarin de kiempjes *d* van het toekomstige zaad zich bevinden. De stuifmeelbuisjes *c* dringen nu langs dien weg door tot de genoemde kiempjes, en veroorzaken daardoor, dat deze zich tot rijp en vruchtbaar zaad kunnen ontwikkelen. Wanneer aldus het kiempje bevrucht is, wordt dit de plaats, waarheen de voedende sappen der moederplant zich begeven. De overige deelen hebben hunne verrigting vervuld. Kelk en bloemkroon, meeldraden en stempel verdorren en vallen af, alleen het vruchtbeginsel blijft en ontwikkelt zich tot de vrucht, in het zaad reeds de kiem van eene nieuwe plant bevattende.

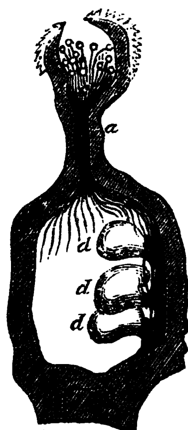


Fig. 26.

Op deze wijze heeft in het algemeen de bevruchting plaats bij alle bloemen; en waar meeldraden en stampers in elke bloem goed ontwikkeld zijn, laat zich dat onvermijdelijke zamentreffen van het stuifmeelbuisje en de kiem van het zaad goed begrijpen. Dit schijnt echter aan meer bezwaren onderhevig te zijn, bij de bloemen, waar of meeldraden of stampers niet of in hoogst weinig ontwikkelden toestand gevonden worden. Doch ook hier kan de vruchtvorming plaats hebben, zoo als eene aandachtige beschouwing van de bloemen der beuken- en notenboomen, van wilg en hennep en van meer andere planten, die in dat geval verkeeren, leert.

Immers men vindt bij den tammen kastanje- en notenboom (om deze tot voorbeeld te nemen) tweederlei soort van bloemen; ééne soort, waaraan zich alleen meeldraden bevinden, en eene andere, waarin alleen de stamper aanwezig is. De eerstgenoemde, die zich als katjes voordoen, vallen af, zoodra het stuifmeel uit de helmknopjes verdwenen is, de laatste of vrouwelijke bloemen daarentegen treden nu eerst meer te voorschijn, daar de vruchtknop zich nu begint te ontwikkelen. De wijze, waarop hier de bevruchting der zaadkiemen heeft plaats gehad, is volkomen dezelfde als de boven beschrevene: de wind heeft hier de stuifmeelkorrels, die in overvloed aanwezig zijn, overgebragt op den stempel der vrouwe-

lijke bloemen. Dikwijls is de wind niet eens hiertoe noodig, want, daar de mannelijke bloemen veelal boven en rondom de vrouwelijke geplaatst zijn, komt het stuifmeel bij het vallen van zelf op den stempel te regt, en moge ook veel van het stuifmeel verloren gaan, er is altijd zulk een overvloed daarvan voorhanden, dat een klein gedeelte voldoende is, om al de vrouwelijke bloemen te bevruchten. Zelfs al gaan verscheidene vruchtknoppen verloren, zoo hindert zulks den oogst nog niet; want de plant draagt altijd meer bloemen, dan zij vruchten kan voortbrengen, gelijk aan de landbouwers en tuiniers wel bekend is.

Hetgeen van den kastanje- en notenboom gezegd is, geldt evenzeer voor vele andere welbekende boomen, en voor sommige landbouwgewassen, die ook tweeërlei bloemen dragen. De bevruchting van de kiem geschiedt niet anders bij de maïs of turksche tarwe, niet anders bij vele rietsoorten, niet anders bij den eik en beuk; niet anders bij de begonia's, die als sieraadplanten thans zoo zeer gezocht zijn.

Doch er zijn ook gewassen, die alleen mannelijke of alleen vrouwelijke bloemen dragen. Bij de planten van deze soort, waartoe b. v. de hennep, de hop, de wilg en populier behooren, heeft men er altijd sommigen, welke geen zaad dragen, maar alleen eene menigte mannelijke bloemen hebben, en daarentegen anderen (die gewoonlijk minder in aantal zijn) waarop zich alleen vrouwelijke bloemen bevinden. Ook hier wordt de bevruchting van het zaad bewerkt door den wind, die het ligte stuifmeel heinde en verre verstrooit, en bovendien door vele insecten, die van bloem tot bloem gaande en overal den honig vergarende, dikwijls de overbrengers zijn van het stuifmeel, dat zich aan hun ligchaam vasthecht, en bij het inkruipen in de vrouwelijke bloem op den kleverigen stempel achterblijft.

Zoo werken dieren en planten zamen, om elkander wederkeerig te onderhouden, en de nergens verbroken orde der natuur, leert ons den Goddelijken Maker kennen, en opgetogen zijn over de schoonheid van het werk Zijner handen.

Het gedeelte der plant, dat ons nog ter beschouwing overblijft, is *de vrucht*. Wanneer de bloem afgevallen en verdord is, begint het vruchtbeginsel zich krachtig te ontwikkelen, en de voedingssappen der plant worden nu grootendeels gebruikt, om de vrucht te doen groeijen en rijpen. Want in de vrucht moet de kiem van eene nieuwe plant, te gelijk met het eerste voedsel voor deze, ge-

vormd worden. En gelijk bij de bloem alles strekt tot voeding en beschutting van het vruchtbeginsel, zoo dient ook in de vrucht alles tot ontwikkeling en bewaring van het zaad. Bij beide is het voornaamste en kostbaarste deel binnen in geplaatst en zoo veel mogelijk tegen uitwendige invloeden beveiligd. Bij de vrucht moet men dikwijls een aantal bekleedselen doorbreken, voordat men het zaad ontbloot heeft. Bij vele onzer gewone vruchten, b. v. kersen, persiken, abrikozen, is het zaad omgeven, vooreerst door eene dikke laag van *vruchtvleesch*, welke de zoo geliefkoosde spijze uitmaakt, en welke laag van buiten nog met eene opperhuid bedekt is. Onder het vruchtvleesch bevindt zich de steenpit, welke zoo hard is, dat ze hamerslagen vereischt, om verbroken te kunnen worden. Eerst zoo men deze verwijderd heeft, komt men aan het zaad, dat dan nog met een eigenaardig huidje bedekt is. Bij appelen en peren is hetgeen als voedsel genuttigd wordt, gevormd door eene groote ontwikkeling van een deel van den kelk der bloem, dat niet afvalt, en binnen die vleeschachtige massa is het zaad nog door het klokhuis omgeven. Bij de noot vindt men het vruchtvleesch meelachtig en onsmakelijk in den groenen bolster terug. Bij erwten en boonen en meer andere vruchten zijn meerdere zaden door eene ruime zaaddoos (de peul) omsloten. In één woord, men vindt in de natuur bijna geene naakte of onbedekte zaden; altijd is er ten minste eene schil, een omkleedsel, dat uit den wand van het vruchtbeginsel gevormd is. Zelfs bij de tarwe en rogge, welke, rijp zijnde, zoo gemakkelijk uit de aren vallen, is dit in den onrijpen toestand goed te zien; en ook de graankorrel zelf is nog van een beschermend vlies omgeven.

Overal heeft de natuur voor behoorlijke beschutting van het zaad gezorgd en die beschutting is des te grooter, naarmate het zaad daaraan meer behoefte heeft. Wanneer de vrucht rijp en het zaad voor ontkieming geschikt is, zijn bij vele vruchten de buitenste omkleedselen onnoodig geworden. Zij verdroogen en barsten open of laten los, zoodat het zaad met minder omhulsels verspreid wordt en daardoor ligter in een vruchtbaren akker kan ontkiemen. Even zoo als de rijpe vrucht gemakkelijk loslaat en dikwijls van zelf afvalt, terwijl zij in onrijpen toestand niet zonder geweld van de plant kan afgescheurd worden, even zoo ook laat het rijpe zaad los in zijne bekleedselen, terwijl het onrijpe, dat nog meer voedsel en beschutting noodig heeft, stevig daaraan vastgehecht is. De landbouwer kent zulks van zijne granen bij ondervinding, en van vele vruchten wordt het rammelen der pitten teregt als een kenmerk van rijp zijn beschouwd.

Wat nu *het zaad* zelf betreft, ook dit is weder uit verschillende deelen zamengesteld, en ook hier bevindt zich het voornaamste en teederste deel van binnen geplaatst. Behalve eene afzonderlijke opperhuid, die het geheel omgeeft, vindt men daarin 1, 2 of in enkele gevallen meerdere zoogenaamde *zaadlobben*, welke het grootste gedeelte van het zaad uitmaken; en daartusschen een klein gedeelte, waarin de kiem van eene nieuwe plant besloten ligt. Men kan dit gemakkelijk zien, wanneer men eene boon of amandel aandachtig beschouwt en zorgvuldig opent. Vooreerst laat zich de opperhuid zonder moeite onderscheiden; ten anderen wordt die vrucht gemakkelijk gespleten in de rigting, waarin de afscheiding der twee zaadlobben is, en nu ziet men aan het uiteinde, bij *a*, (zoo als Fig. 27 aanwijst) eene kleine verhevenheid, welke zich tot de nieuwe plant moet ontwikkelen. Terwijl de zaadlobben uit eene meel- of olieachtige stof bestaan, die het eerste voedsel aan de jonge plant moet aanbrengen, vindt men in de kiem reeds een klein plantje aanwezig. Het vergrootglas doet ons daarin zien, aan de binnenzijde twee kleine blaadjes, en aan den buitenkant een klein worteltje, dat met de punt naar buiten gekeerd is, omdat het ook het eerst uit de zaadhuid te voorschijn moet treden. Zoo ligt in elk zaad eene nieuwe plant verborgen, even als in elken bladknop een nieuwe tak gehuisvest is. De natuur zorgt voor de onderhouding van geslachten en soorten, niet slechts door de plant in staat te stellen, zich op verschillende wijzen te vermenigvuldigen, maar ook door de verspreiding der zaden op allerlei wijzen te bevorderen. Het rijpe zaad, dikwijls met kunstige vleugelen voorzien, (zoo als ons het zaad van de paardebloem en distel bewijst) wordt een spel der winden, die het heinde en verre verspreiden. Of wel, de vrucht wordt als voedsel door de dieren genuttigd, en terwijl deze het vruchtvleesch gebruiken, geven zij het zaad onverteerd in hunne uitwerpselen terug, dat nu ontbolsterd en van meststoffen voorzien, welig opschiet, waar het een vruchtbaren akker vindt, en weder nieuwe vruchten draagt.

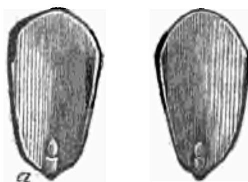


Fig. 27.

Afbeelding van de twee helften van een amandel, in de rigting der zaadlobben gespleten, en van binnen gezien.

N. W. P. RAUWENHOFF.

VII.

VOEDING EN GROEI DER PLANTEN.

In de vorige hoofdstukken is reeds hier en daar gesproken van de blaasjes of cellen, waaruit alle planten zijn zamengesteld. Thans willen wij nog het een en ander omtrent den aard dier cellen aan onze lezers mededeelen, voor dat wij overgaan tot de beschouwing van de wijze, waarop de planten gevoed worden en groeijen.

Alle gewassen op aarde, van den trotschen eik tot het flap onzer slooten, zijn ontstaan uit ééne enkele cel, d. i. uit een vliezig, aan alle zijden gesloten zakje of blaasje, met vocht gevuld. Uit deze cel zijn eene menigte andere cellen ontstaan, die zelve weder herhaaldelijk zich vermenigvuldigd hebben, en wier kroost bij de meer zamengestelde planten allerlei wijzigingen heeft ondergaan, terwijl andere zeer eenvoudige planten, gedurende den geheelen duur van haar leven, uit ééne cel of uit weinige cellen blijven bestaan.

De eenvoudigste vorm der cel is die van een kogel of van een ei. Wanneer de cellen zich in alle rigtingen vrij ontwikkelen kunnen, dan vormen zij vereenigd een weefsel, dat zich bij sterke vergrooting vertoont als Fig. 28, waarin alle cellen los aaneengevoegd zijn en overal tusschenruimten overlaten. Zoo echter — hetgeen bij de meer zamengestelde planten altijd gebeurt — de eene cel bij haren groei door de omliggende min of meer gedrukt en gehinderd wordt, dan zal het buigzame vlies een anderen vorm aannemen en zooveel mogelijk zich uitbreiden door de tusschenruimten tusschen de cellen in te nemen. Op die wijze worden, wanneer de groei in alle rigtingen nagenoeg even sterk is, de cellen in plaats van rond of eivormig, veelhoekig en wel meest vijf- of zeshoekig. Zoo is b. v. het merg van den gewonen vlierboom uit zulke veelhoekige cellen zamengesteld, gelijk men uit Fig. 29 zien kan.

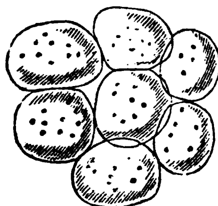
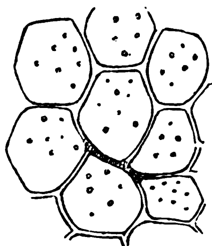
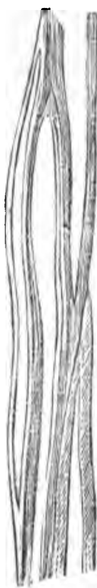


Fig. 28.


Fig. 29.

Niet altijd echter gebeurt het, dat de cellen in alle rigtingen even sterk groeijen; integendeel er zijn bij de meeste planten altijd sommige cellen, die in de de lengte nog groeijen, als de groei in de breedte reeds grootendeels heeft opgehouden, of die in de eene rigting meer dan in de andere worden gedrukt. Bovendien wordt de ontwikkeling in ééne rigting door de wijze van vermenigvuldiging van sommige cellen bevorderd. Het gevolg van dit alles zal zijn, dat de cellen meer en meer langwerpig worden, zoo als men dit b. v. ziet in de cellen, welke het hout van onze boomen zamenstellen, en welke zich, wanneer zij sterk vergroot zijn, overlangs gezien vertoonen als Fig. 30, en als Fig. 31, wanneer men het hout dwars doorsnijdt. Ja zelfs er zijn in de planten nog veel langere cellen. Men vindt namelijk in den bast cellen, welke den vorm hebben van lange, dunne buizen of pijpen, en gewoonlijk *bastvezelen* genoemd worden. Deze zijn het, welke zoo stevig en buigzaam zijn, dat zij in het dagelijksch leven tot velerlei doeleinden gebruikt worden; deze geven ons bij het vlas de stof voor het linnen, bij den hennep die voor het touw, zoo als reeds in het vorige hoofdstuk werd opgemerkt. Er zijn eindelijk in den stam en in de takken op bepaalde plaatsen in het hout, en evenzoo in de nerven of aderen der bladeren, nog gedeelten, welke bij eene oppervlakkige beschouwing geenszins van eene cel, een vliezig zakje met vocht daar binnen, afkomstig schijnen. Deze zoogenoemde *vaten* vertoonen zich als lange holle pijpen, van boven en onderen open, met lucht gevuld, van binnen bekleed met een vliezigen band, die als een schroefdraad daarin gewonden is (zie Fig. 32), en dikwijls zooveel stevigheid heeft, dat bij het afbreken van den stengel het afgebroken stuk aan dien draad blijft hangen. Of wel, zij hebben op de wanden vele kleine, regelmatig geplaatste streepjes of kringetjes,


Fig. 31.


Fig. 30.

en dragen den naam van *gestippelde vaten*, wanneer later de verdikkingslagen zich op eene eigene wijze gevormd hebben. Ook deze holle pijpen, zijn uit cellen ontstaan, welke boven elkander geplaatst waren en waaruit, reeds lang voordat zij haren vollen wasdom bereikt hadden, de elkander rakende tusschenwanden verdroogd en verdwenen zijn, omdat er in deze cellen, in plaats van het vocht, lucht gekomen is, zoodat zij alleen van buiten door de naastbij gelegen cellen gevoed konden worden.

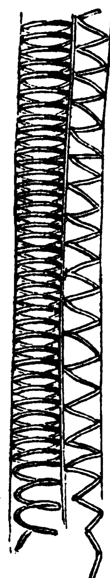


Fig. 32.

Uit deze deelen — cellen van verschillenden vorm, en vaten, uit cellen ontstaan — zijn alle planten opgebouwd, zoodat in dit opzigt eene groote overeenkomst tusschen alle gewassen op aarde wordt gevonden. Doch zoo men nu de verschillende gedeelten eener plant, de takken, bladeren, bloemen en vruchten, of wel dezelfde gedeelten bij verschillende planten, met het vergrootglas onderzoekt, dan vindt men overal verscheidenheid. In algemeenen vorm hebben de overeenkomstige gedeelten bij verwante planten dikwijls groote gelijkenis, maar bij een naauwkeurig onderzoek vindt men in den vorm en de grootte der cellen, in hare kleur en in de wijze, waarop zij onderling vereenigd zijn, zooveel eigenaardigs bij elke plantensoort, dat men bij de noodige oefening schier even goed hieraan de planten herkennen kan, als aan het algemeene voorkomen, dat zij voor het bloote oog vertoonen. Ja bij de kleinere planten kan men alleen langs dien weg de verschillende soorten van elkander onderscheiden.

Wanneer men in de veenen een' splinter kienhout gevonden heeft, die zwart en half vergaan is, zoodat men uitwendig niets daaraan onderkennen kan, dan leert een blik door het vergrootglas den geoefende terstond de afkomst van den splinter, omdat de cellen en vaten van het eikenhout een ander voorkomen hebben en anders aaneengevoegd zijn dan die van het beuken-, dennen- of elzenhout of van andere houtsoorten. Zoo vinden wij ook hier, gelijk overal in de Natuur, eene groote overeenkomst, vereenigd met eene groote verscheidenheid van vormen.

Bij sommigen onzer lezers is welligt eenige twijfel aan de waarheid van het bovengezegde opgerezen, omdat zij, zelfs bij die planten welke zij herhaaldelijk beschouwden en onderzochten, nimmer met het ongewapend oog die cellen en vaten gezien hebben. Voor hen moge de

volgende opmerking niet overtollig zijn. De cellen, waaruit de planten bestaan, zijn in den regel zoo klein, dat zij met het bloote oog niet onderscheiden kunnen worden. In het weefsel van bladeren en bloemen hebben de cellen gewoonlijk eene middellijn van ongeveer $\frac{1}{100}$ tot $\frac{1}{500}$ Ned. duim; doch men vindt ook cellen van eene middellijn van slechts $\frac{1}{2000}$ duim of nog minder, zoodat men 2000 of meer van die cellen op elkander zoude moeten leggen, om de dikte van één Ned. duim te verkrijgen. In enkele planten, zoo als in het merg van den vlierboom, ziet men bijzonder groote cellen, die dikwijls langer zijn dan $\frac{1}{5}$ streep en dus door een zeer scherp oog met eenige moeite kunnen waargenomen worden, doch dergelijke voorbeelden behooren tot de uitzonderingen. De houtcellen zijn niet zelden 1 à 2 Ned. strepen lang, doch gewoonlijk niet breeder dan $\frac{1}{20}$ van die maat. Evenzoo zijn de bastvezelen veel langer dan breed, hoewel zij bij vele planten slechts hoogtens 2 Ned. strepen lang zijn. Bij enkele gewassen, zoo als vlas en hennep, kunnen zij de lengte van een paar duimen bereiken.

Het inwendig maaksel der planten kan dus met het bloote oog niet worden waargenomen, en men behoeft daartoe een zamengesteld vergrootglas, dat den naam van *mikroskoop* draagt, een werktuig, hetgeen wel weinigen onzer lezers zullen bezitten. Wij hebben echter gemeend, hun de beschrijving dier plantencellen niet te moeten onthouden, omdat het alleen bij de kennis van deze mogelijk is, een helder begrip van den groei en de voeding der planten te verkrijgen. Daartoe zullen wij ook van den groei en de vermenigvuldiging dezer cellen eenige bijzonderheden mededeelen.

Men moet bij de cellen onderscheid maken tusschen wand en inhoud. De *celwand*, het aan alle zijden gesloten vliesje, dat den cel-inhoud omgeeft, bestaat in jeugdigen toestand steeds uit dezelfde stof, welke wij in het Vde hoofdstuk als cellenstof hebben leeren kennen. Die celwand, hoewel geene merkbare openingen bevattende, kan echter gemakkelijk van vocht doordrongen worden, en dit, zooals wij straks nader zien zullen, onder sommige omstandigheden werkelijk doorlaten.

De *inhoud* van de jeugdige cellen is steeds een waterachtig vocht, waarin velerlei stoffen, zoo als eiwit, gom, suiker enz. opgelost voorkomen. In dit vocht heeft, vooral in de jeugdige plantendeelen, eene voortdurende verandering en wisseling van bestanddeelen plaats, terwijl de cel aanhoudend in de gelegenheid blijft, om nieuw vocht op te nemen en, door de met lucht gevulde holten en gan-

gen tusschen de cellen in, steeds in aanraking met de lucht blijft.

Opmerkelijk is het hierbij, dat reeds in jeugdigen toestand bij sommige cellen eene geheel andere werking begint dan bij andere. Er zijn er, die in de eene rigting veel sterker groeijen dan in de overige, en daarbij tot dunne lange vezels of draden worden uitgerekt.

Er zijn er, waarbij het leven weldra uitgebluscht schijnt en het vocht der cel door lucht wordt verplaatst, zoodat de wanden verdroogen en verdwijnen, waar zij niet door het vocht der aanliggende cellen gevoed worden. Hieruit ontstaan de vaten, die, in een nog groeijend weefsel gevormd, met dit zich verlengen.

Andere cellen daarentegen moeten bewaarplaatsen van voedsel worden voor de nieuwe deelen, die zich in een later tijdperk vormen zullen, of voor een volgend plantengeslacht. Hier ontstaan uit het celvocht de kleine witte korreltjes, welke het zetmeel zamenstellen, gelijk wij die in den aardappel of in de lobben van vele zaden vinden. Of wel, de cellen vullen zich, zoo als bij het kool- en papaverzaad, met olieachtige stoffen, wanneer deze het zijn, die voor de nieuwe plant tot voedsel moeten strekken.

Er zijn wederom andere cellen, welke, digt bij de oppervlakte gelegen, de groene kleurstof bevatten, die aan de bladeren en stengels hunne kleur geeft; weder andere, welke de jeugdige deelen van buiten begrenzen en aan hare buitenvlakte een vlies vormen, dat de gewassen tegen uitwendige invloeden beveiligt.

Bij de cellen van het hout en vooral bij die, waaruit de steenpitten van sommige vruchten bestaan, is het wederom anders. Hier vormen zich telkens nieuwe lagen van vaste stof binnen tegen den celwand aan, en maken dezen dikker en de binnenruimte kleiner. Terwijl bij de meeste plantencellen eene verdikking van den celwand, zoo die al plaats heeft, zich bepaalt tot de afzetting van een uiterst dun laagje tegen het bestaande celvlies aan, gaat bij de genoemde cellen die verdikking veel verder. Een gedeelte van het opgenomen en verwerkte voedsel wordt steeds onoplosbaar in water, en terwijl dit, even als in andere weefsels, wanneer de cel nog jong is en sterk groeit, aan de buitenvlakte wordt afgescheiden, geschiedt de afzetting daarna weldra in regelmatige lagen binnen tegen den bestaanden celwand aan, zoodat deze dikker en dikker en de hierin besloten, met vocht gevulde ruimte steeds kleiner wordt.

De vereeniging van zulke, gelijk men het noemt, verhoute cellen vormt natuurlijk een weefsel, dat veel minder week en saprijk is, dan dat, hetgeen uit zeer jeugdige cellen met dunne wanden is

zamengesteld. Het hout en de pitten van vruchten zijn zooveel te harder, naarmate de celwanden sterker verdikt en door verdrooging der afgezette lagen harder geworden zijn.

Wat de vermeerdering van het aantal der cellen aangaat, deze geschiedt aanvankelijk in de kiem der plant overal, maar later zijn het enkele groepen van cellen of bepaalde plaatsen der plant, welke het vermogen hebben, om zich te vermenigvuldigen. Bij onze gewone planten geschiedt zulks digt bij het uiteinde der fijnste wortelvezelen, en in den wortel en den stam tusschen hout en bast in, en verder alle bloem- en bladknoppen. Deze cellen verdeelen zich door een tusschenschot in tweeën (of soms, gelijk bij de moedercellen der stuifmeelkorrels in vieren), en elke der helften wordt weldra eene nieuwe volkomene cel, die in staat is, om wederom twee nieuwe cellen door verdeeling te vormen. Zoo wordt telkens het aantal cellen verdubbeld of verviervoudigd, totdat de vermenigvuldiging daar ter plaatse ophoudt, en de bestaande cellen, door tusschenvoeging en afzetting van stof grooter en grooter geworden, eindelijk naar gelang van hare bestemming verschillende wijzigingen ondergaan. Doch hoe belangrijk het ook ware, om deze werking meer van naderbij te beschouwen, wij zouden ons bestek te buiten gaan, zoo wij ons langer ophielden bij de ontwikkeling dier kleine ligchaampjes, welke, bij millioenen in een enkel blad vereenigd, slechts met een goed gewapend oog gezien kunnen worden.

Genoeg, de planten bestaan uit cellen. Zij groeijen, omdat de cellen grooter worden en in aantal toenemen; zij kwijnen en sterven, wanneer de cellen in hare verrigtingen gestoord worden of haar levenstijdperk geëindigd hebben.

Na dezen vlugtigen blik op het inwendig maaksel der planten, die voor ons tegenwoordig oogmerk voldoende is, zullen wij de plant in hare ontwikkeling nagaan, ten einde te ontdekken, welk voedsel zij behoeft, en hoe zij dit opneemt en verwerkt.

Wij vangen aan met

de Kieming.

In het rijpe zaad is de kiem voor eene nieuwe plant bevat. Deze kiem neemt, zoo als wij in het voorgaande hoofdstuk opmerkten, in den regel slechts een klein gedeelte van het zaad in. Al het overige moet dienen, om de ontwikkeling der jonge plant te bevorderen.

Wanneer het zaad in den akker gelegd is en de omstandigheden voor de ontkieming gunstig zijn, dan ziet men weldra den korrel zwellen door het opgenomen vocht. [1]) De buitenste schil van het zaad barst open en daar vertoont zich het uiteinde van het worteltje, dat, reeds in de kiem voorhanden, thans begonnen is zich te verlengen. Het opgenomen water heeft nu eene wederkeerige werking van de stoffen van het zaad op elkander teweeggebragt. Op twee plaatsen van de kiem heeft eene aanhoudende vorming van nieuwe cellen plaats, aan de uiterste punt van het knopje, dat den stengel gaat vormen, en op een geringen afstand van het uiteinde van het worteltje. Op de eerste plaats is de groei naar boven, op de tweede naar beneden gerigt.

Het voedsel voor deze nieuwe plantendeelen wordt in het eerste tijdperk geleverd door het wit of zoogenaamd albumen, hetwelk de kiem omgeeft, of in sommige gevallen door de zaadlobben. Ook hierin heeft het opgezogen water nieuw leven opgewekt. Er wordt in de cellen daarvan, onder opneming van zuurstof der lucht, eene stoffe gevormd, zelve hoogst veranderlijk, en in staat, om ook het in de cellen bevatte zetmeel (of bij de oliezaden de olie) in gisting te brengen. Het zetmeel wordt in gom en suiker veranderd en daardoor opgelost, zoodat het der jonge plant ten nutte kan komen. Wie zich er van overtuigen wil, hij bezoeke de bierbrouwerij en proeve het gemoute (d. i. gekiemde) graan. Het zal zoet smaken, wat bij het ongekiemde niet het geval is. Men laat in de bierbrouwerijen juist met opzet het graan kiemen, opdat daardoor het zetmeel grootendeels in suiker veranderd worde, waaruit men alcohol bereiden kan. En zoodra die suiker in genoegzame hoeveelheid gevormd is, wordt de verdere kieming van het zaad door sterk droogen eensklaps verhinderd, omdat, bij den verderen groei van het kiemplantje, die suiker weder in andere stoffen zou veranderd worden, waaruit de bierbrouwer het bier niet kan bereiden.

Te gelijk met deze veranderingen heeft er bij de ontkieming van het zaad ontwikkeling van koolzuur plaats. Een gedeelte der stoffen van het zaad wordt in deze luchtsoort veranderd, welke ontwijkt, zoodat het gekiemde zaad ligter is dan het ongekiemde.

---

1) Een verschijnsel, dat zich nog beter laat volgen, wanneer men tarwe- of roggekorrels, boonen, of eenig ander zaad op een nat gehouden turf laat uitloopen, waarbij de ontkieming even goed plaats heeft.

Wanneer deze veranderingen begonnen zijn, wijken bij de boonen en erwten en andere tweelobbige zaden de lobben van een, en daartusschen vertoont zich het knopje van de nieuwe plant met de eerste, nog bijna niet ontwikkelde blaadjes. Bij de eenlobbige zaden, zoo als de graankorrels, komt het jonge plantje een weinig boven het worteltje, zijdelings van de lob, te voorschijn.

Krachtig gaat nu de groei voort, terwijl de jeugdige cellen overal in grootte, op de twee genoemde plaatsen in aantal toenemen. Het worteltje heeft reeds zijtakjes gemaakt en is loodregt in den grond gedrongen, om daaruit voedsel te gaan zoeken. Een nieuw paar blaadjes begint zich te ontplooijen en weldra is nu het voedsel van het zaad verteerd. De lobben verdroogen en verdorren, of wel, zij hebben zich ten koste van het kiemwit ontwikkeld tot het buitenste paar blaadjes en nemen de verrigtingen van deze waar. Heeft dit laatste plaats, dan brengt de jonge plant de lobben boven den grond, zoo als men dit ziet bij de boonen, lupinen en beuken, terwijl daarentegen erwten, eikels en kastanjes steeds onder den grond blijven.

Om deze verschijnselen der kieming te voorschijn te roepen, zijn twee voorwaarden noodig, voorwaarden, die in de lente door de natuur zelve vervuld worden, voor de zaden, welke in den schoot der aarde begraven zijn: *warmte* en *vochtigheid.* Beneden een zekeren graad van warmte heeft er geene ontkieming van zaden, geene ontwikkeling van knoppen plaats, en hoewel de noodige hoeveelheid warmte voor de gewassen uit Zuidelijker streken veel grooter is, dan voor die uit het koude Noorden, zoo kunnen ook deze niet groeijen, wanneer de temperatuur beneden het vriespunt van water blijft. Want zonder water is op aarde geen leven denkbaar. Leven is beweging, en beweging zonder stofwisseling, stofwisseling zonder vocht laat zich bij het planten- en dierenrijk niet voorstellen. Water is dan ook het eerste voedsel, wat de kiem der plant in het zaad behoeft, en zoo daarbij de lucht genoeg verwarmd is, om de stofwisseling behoorlijk te ondersteunen, ziet men de ontkieming van het zaad krachtig plaats hebben. Het ontluiken der Natuur in het voorjaar vertoont ons dit allerwege, en ook de herfst bewijst de waarheid hiervan, wanneer bij warm en regenachtig weder het gemaaide graan tot schade van den landman in de aren begint uit te loopen.

Waar die twee voorwaarden tot ontkieming ontbreken, zal het zaad niet veranderen, maar slechts een sluimerend leven leiden, en wachten op de gelegenheid, om te kunnen ontkiemen. Het goed rijpe en behoorlijk gedroogde zaad van den laatsten oogst heeft

in het voorjaar — gelijk de landbouwer bij ondervinding weet — zijn kiemvermogen geenszins verloren. Integendeel, het is door de Natuur bestemd, om eerst in dien tijd te ontkiemen, wanneer de aankomende zomer de gelegenheid tot volkomene ontwikkeling der plant zal openen. Er zijn zelfs enkele zaden, zoo als die van den linde- en pijnboom, welke eerst eenigen tijd, nadat zij van de moederplant afgescheiden zijn, kunnen uitloopen.

Dit kiemvermogen nu kan bij sommige zaden zeer lang bewaard blijven. De zaden van het kruidje-roer-mij-niet behouden dit 60 jaren en langer, zoo zij op eene zeer drooge plaats bewaard worden. Snijboonen uit de verzameling gedroogde planten van een beroemd kruidkundige ontkiemden eene eeuw na zijnen dood. En hoe lang het kiemvermogen van sommige onkruidzaden duren kan, weten vele landbouwers bij ondervinding. Weilanden, waarin bij menschen geheugenis geen ploeg of schop gezet was, worden dikwijls eensklaps met herik of krodde bezet, wanneer zij omgeploegd werden. Men heeft zelfs nog veel sprekender voorbeelden. Bij het openen van oude graven uit de eerste eeuwen onzer jaartelling vond men onder de plek, waar het hoofd van den afgestorvene gerust had, zaadkorrels, die gezaaid zijnde, kiemden. En de tarwe, thans op vele plaatsen van ons vaderland verbouwd onder den naam van *Mummie-tarwe*, is afkomstig van het zaad der tarwekorrels, die in de minstens 4000 jaren oude Egyptische graven gevonden zijn en voor eenige jaren in den akker gelegd, nog goed volwassen planten en vruchtbaar zaad hebben gegeven.

Wij zijn met onze beschouwing de ontwikkeling der jonge plant gevolgd tot op het tijdstip, waarop het voedsel in het zaad verteerd is en zij zelve met wortels en bladeren haar voedsel moet vergaderen. De bronnen, waaruit nu de plant de haar noodige stoffen ontvangt, zijn tweeërlei: *de grond*, waarin zij geworteld is, en *de lucht*, die haar omringt. Bij beide zullen wij afzonderlijk stilstaan.

Voeding der plant uit den grond.

Het gedeelte der plant, met den grond in aanraking, is in den regel de wortel. Het voedsel, dat de plant uit den grond opneemt, zoo als wel geen landbouwer betwijfelen zal, moet dus door den wortel worden opgenomen. "Maar hoe is deze daartoe in staat?" vraagt welligt menigeen, die zich herinnert, dat de plant uit

cellen bestaat, die aan alle kanten gesloten zijn en dat zij nergens openingen heeft, dan alleen aan de ondervlakte der in de lucht levende bladeren. Wij zullen deze vraag beantwoorden door de beschrijving eener eenvoudige proef, die elk onzer lezers, des verkiezende, herhalen kan.

Wanneer men een glazen trechter neemt met een zeer langen steel, en over den mond van den trechter een stuk varkensblaas goed vastbindt, zoodat er tusschen dezen en het glas geen vocht kan ontwijken; wanneer men daarna den trechter tot aan den steel vult met sterk suikerwater (b. v. 1 once suiker in 2 oncen water); en hem, met de blaas naar beneden, plaatst in een glas met zuiver water (op de wijze zoo als in Fig. 33 afgebeeld is), dan ziet men het volgende. Nadat de toestel eenigen tijd gestaan heeft, begint het vocht in den steel van den trechter te rijzen, en deze opklimming gaat dikwijls zoo ver, dat het vocht boven uit den langen steel uitloopt. Er is dus water door de blaas heen in den trechter gekomen en de reden daarvan is, dat aan de eene zijde van de blaas een ander vocht is dan aan den anderen kant. Het suikerwater en het zuivere water zijn verschillende vochten en werken op elkander door de blaas heen. Zij trachten zich te vermengen en doen dit ook werkelijk, niettegenstaande zij door eene blaas gescheiden zijn. Er gaat suikerwater uit den trechter in het glas en gewoon water uit het glas in den trechter. Nu heeft de ondervinding geleerd, dat wanneer in den trechter eene sterke oplossing is en in het glas eene zeer dunne, er meer vocht uit het glas in den trechter gaat, dan omgekeerd. Dien ten gevolge zal het vocht in den steel van den trechter rijzen en in het glas dalen. Wanneer er omgekeerd in den trechter gewoon water, in het glas sterke suikeroplossing was, zoude men het vocht in den trechter zien dalen en in het glas rijzen. Deze werking nu duurt zoolang, tot dat het vocht ter wederzijde van de blaas van dezelfde zamenstelling is, dat is hier, totdat de suikeroplossing aan weerskanten even sterk is geworden.



Fig. 33.

Deze proef, welke met vele andere vochten, b. v.

eiwit, gomoplossing enz. even goed gelukt, leert ons de werking der wortels in den grond grootendeels verklaren. Want bij de opneming van vocht uit den grond door de wortels der planten heeft iets dergelijks plaats, als in de zoo even vermelde proef. De cellen van de wortelvezelen, welke het vocht opnemen, zijn gevuld met eene zamengestelde oplossing van allerlei stoffen en bekleed met een zeer dun vliesje, dat uiterst gemakkelijk van vocht doordrongen wordt en, evenzeer als de varkensblaas, de eigenschap bezit, om eene wisseling van vochten ter wederzijde toe te laten. De wand der jeugdige wortelcellen staat hierin gelijk met alle plantaardige vliezen, die alle, wanneer zij niet verdroogd en verdikt zijn, op de gezegde wijze vochten en luchtsoorten kunnen doorlaten, gelijk men bewijzen kan, door bij de proef van straks den trechter, in plaats van met eene varkensblaas, te sluiten met de voorzigtig afgestroopte opperhuid van eenig jeugdig blad.

Bedenkt men nu, dat het water in den grond — zoo als uit hoofdstuk II gebleken is — bestaat uit eene zeer slappe oplossing van de oplosbare zouten, die in den grond voorkomen, en van enkele der bewerktuigde stoffen, terwijl het vocht in de cellen altijd veel sterker oplossing is van vele verschillende stoffen, dan blijkt, dat hier alle voorwaarden aanwezig zijn, om het water van den bodem met het daarin opgeloste in de plantenwortels te doen overgaan. Deze werking moet hier zelfs nog krachtiger zijn, dan bij de bovengemelde proef, want het vlies, dat de jeugdige cellen bekleedt, wordt veel gemakkelijker van vocht doordrongen dan eene varkensblaas, en bovendien moet de werking aanhoudend voortgaan, omdat in den inhoud der jeugdige wortelcellen telkens veranderingen plaats grijpen. Zoodra het vocht het eerste celletje is ingedrongen, neemt het deel aan het leven der plant, en een gedeelte der opgenomen stoffen gaat op dezelfde wijze over in de naburige cellen, of wordt tot vorming van nieuwe cellen, of tot wijziging van den inhoud of van den wand der reeds bestaande gebruikt, zoodat er steeds een groot verschil tusschen de vochten binnen en buiten de plant blijft bestaan. Krachtig wordt die opstijging van vocht in de plant bevorderd door de verdamping van water, welke steeds aan de oppervlakte der bladeren plaats heeft. Daar nu hierbij alleen zuiver water weggaat (zie hoofdstuk II), en al de opgeloste stoffen achterblijven, zoo wordt het vocht der cellen digt bij de oppervlakte meer en meer verdikt, wat eene toevloeijing van vocht uit de naburige cellen ten gevolge heeft. Deze wederom worden van

lager gelegen cellen gedrenkt, en zoo wordt het vocht van cel tot cel in alle rigtingen in de plant opgevoerd, waardoor de jeugdige cellen van den wortel steeds in staat gesteld worden, om nieuw vocht op te nemen. De hoeveelheid water, welke op die wijze uit de planten verdampt, en welke dus — zoo de plant denzelfden graad van vochtigheid zal behouden — grootendeels door den wortel uit den grond moet opgenomen worden, is zeer aanzienlijk. Men heeft gevonden, dat eene koolplant in 12 uren niet minder dan 58 Ned. loden water als waterdamp in de lucht verspreidt.. Elk onzer lezers kan zich zelf hiervan overtuigen door eene eenvoudige proef. Men behoeft slechts een gedeelte van eenige plant, b. v. den tak van een kastanjeboom, af te snijden en in een glas met water te plaatsen. Men zal dan binnen 24 uren het bewijs van de verdamping van het water door de oppervlakte van de plant hierin geleverd zien, dat een groot gedeelte van het water uit het glas verdwenen is. Hierbij moet men echter de voorzorg nemen, om het water in het glas met een dun laagje olie te bedekken, ten einde de verdamping aan de oppervlakte van het water zelf te verhinderen.

Wanneer men berekent, hoeveel water op die wijze van eene kleine oppervlakte lands, met planten bezet, in de lucht wordt verspreid, dan komt men tot zeer groote getallen. Want, zoo men aanneemt, dat op een bunder gronds 60,000 koolplanten staan, dan zullen deze dagelijks 34,800 Ned. ponden water, en in drie maanden 3,132,000 Ned. ponden water in de lucht ontlasten, verondersteld dat de verdamping des nachts — die, hoewel gering, toch in den regel altijd bestaat — gelijk nul is. De wortels der plant moeten dus eene groote hoeveelheid water uit den grond opnemen, en het wordt duidelijk, waarom gebrek aan vocht in den akker zoo terstond nadeelig op de planten werkt, als ook waarom die stoffen, welke slechts in uiterst geringe hoeveelheid in het water voorhanden zijn, ten laatste in aanzienlijke mate in de plant kunnen opgehoopt worden.

Bij de proef op bl. 138 vermeld ging er niet alleen zuiver water in den trechter, maar ook een weinigje suikerwater uit dezen in het glas. Wanneer nu de werking der celvliezen geheel overeenkomstig met die der blaas is, moet er, — zoo beweerden sommigen — ook een weinig van het celsap uit de plant in den grond geraken, terwijl veel water uit den grond in den wortel wordt opgenomen; met andere woorden, er moeten stoffen uit de plant door de wortels worden afgescheiden. Men

heeft dit hier en daar ook werkelijk aangenomen, [1]) en daarop voortbouwende, heeft men zelfs in die zoogenaamde uitscheiding der wortels eene voorname oorzaak meenen te vinden van het verschijnsel, dat sommige planten niet naast elkander groeijen kunnen, en dat men somtijds niet herhaaldelijk achtereen hetzelfde gewas op hetzelfde land verbouwen kan. Doch ten onregte, want behalve dat men die vermeende uitscheidingen der plant nimmer in den grond heeft kunnen terugvinden, heeft een nader onderzoek geleerd, dat in sommige gevallen, bij twee vochten welke door een dierlijk of plantaardig vlies gescheiden zijn, het eene vocht door het vlies gevoerd kan worden, zonder dat het andere vocht in tegengestelden zin zich beweegt. Eene uitscheiding van stoffen uit den wortel, zoo die al bestaan moge, kan dus nimmer dat belang hebben, hetwelk men er wel eens aan toegekend had.

Wat nu den aard der stoffen aangaat, die, in het water opgelost, door de wortels der plant uit den grond worden opgenomen, het zijn grootendeels onbewerktuigde stoffen, welke in den grond voorkomen, benevens eenige stoffen van bewerktuigden oorsprong, evenzeer aan den bodem ontleend. Geenszins echter worden deze stoffen in dezelfde verhouding in de plant gevonden, als waarin zij in den grond of in het grondwater aanwezig zijn. In het Vde hoofdstuk is zulks door vele voorbeelden bewezen. Doch men kan ook zonder deze voorbeelden met waarschijnlijkheid tot een dergelijk verschil besluiten, omdat de verschillende zamenstelling van het celsap bij onderscheiden planten eene verschillende opslorping der zoutoplossingen uit het welwater ten gevolge moet hebben.

Dat de planten eene keuze zouden kunnen doen uit de haar in den grond aangeboden stoffen, zoo als sommigen wel eens gemeend hebben, is intusschen onwaar. Opzettelijke proeven hebben bewezen, dat zij vergiftige stoffen evenzeer en soms in nog grootere mate opnemen dan de haar noodige voedingsmiddelen. Men heeft geen grond, om aan de planten een eigen wil toe te kennen, waardoor zij het eene voedsel zouden kunnen opnemen, het andere weigeren. De cellen van den wortel nemen van hetgeen aan opgeloste stoffen in den grond voorkomt, alleen datgene op, wat zij ten gevolge van den bijzonderen aard harer bestanddeelen en van de om-

[1]) Te meer daar sommige proeven met in water geplaatste plantenwortels, dit schenen te bevestigen. Doch later is het gebleken, dat bij deze proeven de wortels gewond waren geworden en dat gezonde wortels eene geheel andere uitkomst gaven.

standigheden, waaronder zij zich bevinden, *kunnen* en *moeten* opnemen.

De opgeloste onverbrandbare zouten des bodems; de oplosbare gedeelten van den zwarten grond; het koolzuur, dat uit de ontleding dezer verbrandbare stoffen in den akker gevormd en in het water opgelost wordt; de ammoniak, welke door het regenwater uit de lucht medegevoerd in den grond wordt gebragt; en nog veel meer de ammoniak, welke bij de ontleding der zwarte tuinaarde uit de stikstof der dampkringslucht gevormd en, even als de andere, in den grond vastgelegd wordt; — deze alle zullen, wanneer zij onder behoorlijken vorm met de wortels der planten in aanraking komen, door deze wortels in meerdere of mindere mate worden opgenomen en der plant tot voedsel strekken. Maar zoo daarnevens andere stoffen in den grond voorkomen, welke geen gezond plantenvoedsel mogen heeten, dan zullen deze, wanneer de omstandigheden hiertoe gunstig zijn, evenzeer door de wortels worden opgenomen, onverschillig of zij later doodelijk voor het leven der plant zullen worden of niet. Daardoor heeft b. v. in de omstreken van Leyden onlangs meer dan eene vergiftiging van vee plaats gehad, nadat het grasland bemest was geworden met mest uit de loodwitfabrieken afkomstig.

De landman zorge dus, zooveel in zijn vermogen is, dat alleen nuttige stoffen, en deze in de noodige hoeveelheid, aan de plantenwortels worden aangeboden.

Voeding der planten uit de lucht.

Op de eerste bladzijde van dit werk is eene proef vermeld, welke aan elk, die haar in het werk wil stellen, het bewijs levert, dat de dampkringslucht evenzeer voedsel verschaft aan de planten, als de grond, waarin zij geworteld staan. De sterrekers-plantjes, waarvan aldaar gesproken is, konden de hoeveelheid drooge stof, welke zij meer dan het zaad bevatteden, in de gegeven omstandigheden niet anders dan uit de lucht ontvangen hebben.

Een ander bewijs dezer waarheid vindt men in vele dennebosschen, welke op de schrale zandgronden van ons vaderland groeijen en nimmer gemest worden. Deze nemen jaarlijks in zwaarte toe en echter is de grond, waarop zij staan, dien ten gevolge niet armer maar rijker geworden, gelijk de ondervinding overal geleerd heeft. Het grootste gedeelte van het hout dier bosschen is uit de lucht gevormd, terwijl de grond slechts in betrekkelijk geringe mate daartoe heeft bijgedragen, in zooverre de onverbrandbare stoffen voor

het dennehout, benevens een weinig koolzuur en de ammoniak, door de wortels zijn aangevoerd. Daarentegen is de grond weder met de afvallende naalden en takjes verrijkt worden.

Zoo wordt voortdurend een gedeelte van de lucht door de planten opgenomen, en deze hoeveelheid is grooter, dan men vermoeden zoude. Uit naauwkeurige onderzoekingen, ten opzigte van dergelijke dennebosschen in Frankrijk gedaan, is gebleken, dat aldaar op 1 bunder gronds jaarlijks gemiddeld worden gevormd 3650 Ned. ponden droog hout, waarin 1800 Ned. ponden koolzuur gevonden worden. Het koolzuur, dat met het regenwater in den grond komt, kan hiervan *niet meer dan hoogstens* $\frac{1}{50}$ geleverd hebben, zoodat de overige $\frac{49}{50}$ of 1764 ponden koolstof uit het koolzuur der lucht afkomstig moeten zijn.

Bij zulke sprekende uitkomsten is het van belang, eenigzins nader te onderzoeken, hoe die voeding der planten uit de lucht plaats heeft. Hiertoe gaan wij thans over.

De gedeelten, waardoor de planten voornamelijk met de lucht in aanraking komen, zijn de bladeren. Deze zijn zoodanig gebouwd, dat zij de lucht gemakkelijk in de plant laten indringen. Niet alleen dat de celvliezen, overal waar zij niet met eene dikke wasachtige opperhuid bedekt zijn, het vermogen hebben, om luchtsoorten even zoo als vochten in meerdere of mindere mate door te laten, de bladeren bezitten ook aan hunne ondervlakte (en soms ook aan de bovenvlakte) werkelijke spleetvormige openingen, door twee tegen elkander aan geplaatste halvemaanvormige cellen, *a*, gevormd, zoo als in het vorige hoofdstuk opgemerkt en in Fig. 34 afgebeeld is. Deze openingen, die zich ten gevolge van de meerdere of mindere uitzetting der beide cellen vernaauwen of verwijden kunnen, komen uit in luchtholten binnen het blad, welke in onmiddellijke gemeenschap staan met de overige luchtkanalen der plant en met de tusschenruimten tusschen de cellen, waar die met lucht gevuld zijn. Aldus kan de dampkringslucht door elk blad tot binnen in de plant doordringen, en te gelijk met de andere bestand-

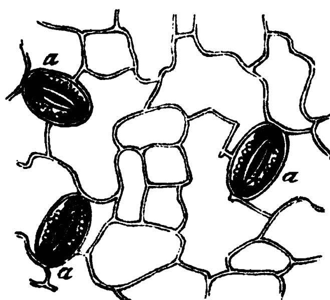


Fig. 34.
Afbeelding van een klein stukje van het buitenste dunne vlies aan de ondervlakte van een Geranium-blad, 200maal vergroot.

deelen ook het koolzuur der lucht met de plant in innige aanraking komen.

Dit koolzuur nu, hetwelk, zoo als in het eerste hoofdstuk geleerd is, slechts $\frac{1}{2000}$ ongeveer van de lucht uitmaakt, levert verreweg de grootste hoeveelheid koolstof aan de in de lucht levende planten. Het wordt door de groene plantendeelen, dus door de bladeren en groene stengels opgenomen, wanneer deze door het zonlicht beschenen worden. In de plant wordt het opgenomen koolzuur ontleed en ondergaat een tal van veranderingen, die wij hier niet volgen kunnen en die trouwens ook nog niet alle bekend zijn, doch de einduitkomst van die werkingen is deze, dat een gedeelte van de koolstof, welke in het koolzuur aanwezig was, in de plant wordt vastgelegd en aldus het gewigt van deze vermeerdert, terwijl er zuurstof door de plant wordt uitgestooten.

Wanneer men zich eene juiste voorstelling wil maken van de wijze, waarop deze groote hoeveelheid koolzuur in de plant komt, dan moet men hier niet denken aan eene ademhaling, zoo als de menschen en dieren die bezitten. De planten kunnen niet adem halen, omdat zij geene borstholte hebben, die zich uitzetten en inkrimpen kan; omdat zij geene werktuigen bezitten, om de lucht in te zuigen en de gebruikte lucht weder uit te blazen. Neen, de lucht doordringt de planten, zoo als zij alle ligchamen doordringt, welke openingen bezitten. De zamenstelling der lucht in de plant wordt veranderd; de hoeveelheid koolzuur vermindert en die der zuurstof vermeerdert. En nu vermengt zich de aldus veranderde lucht met de buitenlucht, krachtens de op bl. 18 vermelde eigenschap der luchtsoorten, zoodat steeds nieuw koolzuur in de plant komt en de overvloedige zuurstof verwijderd wordt. De gelegenheid tot die vermenging is bij de planten zeer groot, omdat zij door hare talrijke bladeren zulk eene groote oppervlakte aan de lucht aanbieden. Op een bunder gronds hebben b. v. de beetwortelen, wanneer zij op een afstand van 6 palm van elkander staan, eene oppervlakte van ongeveer 50,000 vierk. Ned. ellen, en het aantal spleetvormige openingen der bladeren is niet minder dan 30,000,000 op elke vierk. el.

Het is opmerkelijk, dat het vermogen, om het koolzuur op te nemen, dit te ontleden, en zuurstof te ontwikkelen, alleen aan die gedeelten der plant toekomt, welke groen zijn of worden, en wel alleen onder den invloed van het licht.

De groene waterplanten doen dit even zoo als die, welke in de lucht leven, ja zelfs bij de eersten is het verschijnsel voor den on-

geoefende nog veel sprekender. De luchtbellen, welke men bij helderen zonneschijn ziet opborrelen in slooten, met groene waterplanten gevuld, zijn grootendeels niet anders dan zuurstof, door die planten ontwikkeld, welke het in het water opgeloste koolzuur hebben opgenomen. Men kan dit bewijzen, door die luchtbellen te verzamelen en te onderzoeken. Men kan ook het verschijnsel op den voet volgen, zoo men eenige dier waterplanten in een groot glas brengt, dit met water vult en omgekeerd op een bord met water zet. Er zullen zich dan luchtbellen boven tegen den binnenrand van het glas verzamelen, zoo men dit in het licht stelt; en wel meer bij fellen zonneschijn dan bij gewoon daglicht; meer in water, dat met koolzuur bedeeld is, dan in gewoon pompwater. Die luchtbellen bestaan grootendeels uit zuurstof, zoo als duidelijk wordt, wanneer men een glimmenden zwavelstok in die lucht brengt.

Wanneer de plant in het duister gebragt wordt, verbleekt zij, en de opneming van koolzuur zoowel als de ontwikkeling van zuurstof houden op. Zij kan nu nog wel eenigen tijd voortgroeijen en zeer lange, bleek gekleurde loten maken, maar eindelijk zal zij kwijnen en sterven, omdat de koolstof in de plant nu niet vermeerderd kan worden, en het gebrek aan deze weldra ook de opneming der andere voedingstoffen belemmert. Dit verbleeken ziet men, gelijk vroeger reeds opgemerkt is, bij de binnenste bladeren der kropsalade en der andijvie, wanneer deze laatste opgebonden is, maar vooral bij de uitloopers der aardappelen in de kelders en bij de aspergies, welke alle, zoodra zij aan het licht zijn blootgesteld, weldra weder groen worden, maar met opzet in dien bleeken toestand verlangd worden, omdat sommigen dezer planten door die verbleeking weeker en minder scherp van smaak worden.

Behalve de opgenoemde bestaat er nog eene andere wederkeerige werking tusschen de planten en de lucht. Terwijl de stikstof des dampkrings in den regel niet onmiddellijk tot voedsel der planten schijnt te strekken, ziet men daarentegen de zuurstof een meer werkdadig deel nemen aan dit gedeelte van het plantenleven. Alle gedeelten der plant, die met de lucht in aanraking komen, verbruiken steeds een weinig van de zuurstof en ontwikkelen een weinig koolzuur. Ook aan de groengekleurde deelen komt deze eigenschap toe. Daar echter deze verrigting vooral des nachts plaats heeft, en in sterkte verreweg achter staat bij de zoo straks genoemde, waarbij het koolstofgehalte der plant vermeerderd wordt, zoo is zij des daags bij de groene bladeren en stengels in het geheel niet

bemerkbaar. Men heeft dus regt, om, zich steunende op de onmiddellijke uitkomst der waarnemingen, de betrekking der planten tot de lucht, die ze omringt, aldus te bepalen:

De plantendeelen, die groen zijn of worden, nemen des daags koolzuur uit de lucht op, en geven zuurstof aan den dampkring af. Des nachts vertoonen zij de verschijnselen, welke de anders dan groen gekleurde gedeelten zoowel des daags als des nachts aanbieden. Zij nemen een weinig zuurstof op en geven een weinig koplzuur van zich. De einduitkomst van al deze werkingen is echter deze: dat de plant groeit en in gewigt toeneemt; dat de hoeveelheid koolstof in de plant steeds vermeerdert, omdat zij veel meer koolzuur uit de lucht opneemt, dan zij van zich geeft; en dat de hoeveelheid zuurstof in de lucht grooter wordt, terwijl de hoeveelheid koolzuur vermindert.

Uit het medegedeelde omtrent de voeding der planten uit de lucht laten zich belangrijke wenken voor den landbouwer afleiden. Vooreerst kan men hieruit gedeeltelijk verklaren, waarin het voordeel der groene bemesting bestaat, waarbij men bladrijke gewassen op den akker zaait en deze, wanneer zij tot zekere mate opgewassen zijn, onderploegt, ten einde den grond te verbeteren. De gezaaide planten toch voeden zich voor een groot deel met de bestanddeelen der lucht en een gedeelte van deze lucht wordt in een deel der plant veranderd. Zoo nu de gewassen ondergeploegd worden, komen alle uit de lucht opgenomen stoffen in den grond en worden tot mest, wanneer die planten verrotten. De landbouwer verrijkt dus den akker ten koste van de lucht, welke hij voor niet heeft. Bovendien heeft de groene bemesting nog andere voordeelen, maar daarentegen ook nadeelen, waarover in een later hoofdstuk zal gehandeld worden.

Ook omtrent de voor- en nadeelen van het snoeijen kan het bovengezegde inlichting geven. Terwijl wij in het vorige hoofdstuk uit de wijze, waarop het hout aangroeit, eenige regelen omtrent de beste wijze van snoeijen hebben afgeleid, kunnen wij uit de kennis van den invloed der lucht op de planten opmaken, of het in het algemeen voor den boom voordeelig is, dat hij gesnoeid worde of niet. Wij laten ook hier de vruchtboomen buiten onze beschouwing.

Gelijk de andere planten, zoo verkrijgen ook de boomen verreweg het grootste gedeelte van de koolstof door middel van de bladeren uit de lucht. Daar nu het drooge hout voor ongeveer de helft uit koolstof bestaat, zoo zal dit alleen goed en snel kunnen aangroeijen, wanneer de boom, van een overvloed van bladeren voor-

zien, met eene groote hoeveelheid lucht in aanraking kan komen, welke het noodige koolzuur ter ontleding aanbiedt. Uit dit algemeene oogpunt beschouwd, moet dus het snoeijen, dat is het wegnemen van takken en daardoor verminderen van het aantal bladeren, altijd nadeelig zijn, daar het den groei van den boom vertraagt. Het bepaalde doel, waartoe veelal het hout gekweekt wordt, kan echter in sommige gevallen dit besluit wijzigen en hier en daar eenig snoeijen voor de waarde van den boom werkelijk voordeelig doen zijn. Immers men verlangt, dat het hout goed timmerhout zij, en de grootste waarde wordt toegekend aan gave stammen, die bij eene behoorlijke dikte zoo lang en regt mogelijk zijn. Waar dus een boom door te weelderigen zijdelingschen groei geene behoorlijke kroon maakt; waar een boom onder aan den stam te veel in takken zich uitput; of waar een zuiger den jongen boom doet scheef trekken, daar zal het voordeelig zijn de hinderlijke takken weg te nemen.

Zoo kan men ook langer boomen verkrijgen, door ze in hunne jeugd een weinig digt bijeen te plaatsen en steeds van onderen de takken weg te snoeijen. En zoo is het met eene menigte andere gevallen, waarbij wij hier niet langer kunnen stilstaan. In het algemeen moet men niet vergeten, dat de boomen ten gevolge van het snoeijen langzamer groeijen en dat de jaarkring in het hout minder dik wordt, zoodat het snoeijen alleen voordeelig kan zijn, waar de boom eene grootere waarde verkrijgt door een bepaalden vorm van den stam en door eene grootere hardheid van het hout. [1]) Steeds behoort het snoeijen met oordeel te geschieden en niet aan onkundigen te worden overgelaten, die van elken boom eenige takken afslaan, omdat geen boom onaangeroerd mag blijven en omdat de afval — die in sommige streken van ons vaderland zeer verkeerdelijk aan de snoeijers wordt toegekend — eenigzins aanzienlijk moet zijn. Waar het aldus geschiedt, kunnen de meestbeloovende boomen binnen weinige uren onherstelbaar bedorven worden.

Wat eindelijk den akkerbouw betreft, zoo kan het bovengezegde den landbouwer leeren, dat het voordeelig is, de akkers zoo te bezaaijen, dat de planten bijna volwassen zijnde, elkander raken, maar niet verdringen. Dan toch kunnen zij zich ook zijdelings uitbreiden, en niet alleen meer voedsel uit de lucht opnemen, maar ook aan de zijtakken bloemen en vruchten dragen. Het aan den

1) Omdat in het algemeen het hout des te harder is, hoe langzamer het groeit.

akker toevertrouwde zaad zal dan meer vruchten voortbrengen, dan wanneer de planten te digt op een gedrongen zijn en elkander in meerdere of mindere mate verstikken.

Verspreiding en verwerking van het opgenomen voedsel door de plant.

Toegerust met de kennis van hetgeen de plant als voedsel behoeft en van de werktuigen, welke tot opneming van dit voedsel dienen, willen wij aan het slot van dit hoofdstuk nog een algemeenen blik op het plantenleven werpen en de verspreiding en verwerking van het opgenomen voedsel in korte trekken nagaan.

Beschouwen wij hiertoe de jeugdige plant in het tijdperk, waarin wij ze bij onze geschiedenis der ontkieming verlaten hebben. Van vele zijworteltjes en eenige groene blaadjes reeds voorzien, behoeft zij het voedsel van het zaad niet meer. Zij neemt zoowel uit de lucht als uit den grond de voedingstoffen op, welke zij in zoo ruime mate behoeft, deels om de reeds aanwezige cellen en vaten in grootte te doen toenemen, deels om naar de knop aan het uiteinde der as, en aan de cellen, digt bij het uiteinde der fijnste haarwortelen gelegen — de twee hoofdplaatsen der nieuwe celvorming, gelijk wij boven zagen — steeds een overvloed van voedsel toe te voeren. Daartoe zijn de jonge bladeren reeds met spleetopeningen voorzien, die het koolzuur der dampkringslucht tot binnen in de plant brengen; daartoe nemen de jeugdige worteleellen rijkelijk vocht uit den grond op, terwijl de verdamping van water aan de oppervlakte der bladeren daarvoor steeds nieuwe aanleiding geeft. Zoo groeit de plant snel voort, terwijl binnen in het uitwendig rustig en bewegingslooze gewas een tal van veranderingen plaats hebben, en weldra de eene groep cellen een geheel verschillend aanzien begint te krijgen dan de andere, omdat zij tot andere verrigtingen geroepen is. Ten gevolge van kleine verschillen in de bestanddeelen der onderscheiden cellen en ten gevolge van de verschillende uitwendige invloeden (als licht, drukking, warmte), waaraan zij blootgesteld zijn, vormen zich ter bepaalder plaatse houtcellen en vaten, opperhuidcellen en sponsachtig weefsel. In één woord, de plant verkrijgt, bij de gelijkmatige ontwikkeling van al hare gedeelten, het aan hare soort eigendommelijke aanzien, waarvoor in het zaad door vorm en eigenschappen der cellen reeds de kiem gelegd was.

Wanneer men nu eenigzins nader onderzoekt, welken weg het

door den wortel opgenomen vocht in de plant neemt, vooral bij de reeds meer ontwikkelde planten, dan vindt men, dat het vocht zich van de jeugdige cellen digt bij het uiteinde der fijne wortelvezelen[1]) begeeft naar binnen, en hoofdzakelijk voortgeleid wordt door de lagen van cellen, welke tusschen hout en bast van den wortel ingelegen zijn. Hier gaat het sap, terwijl het in zamenstelling gedurig gewijzigd wordt, door de bekende eigenschap der celvliezen naar boven, en verdeelt zich tevens zijdelings in de hout- en bastcellen, voor zooveel tot voeding en verdikking van deze noodig is. Terwijl alzoo in het jeugdige plantje bijna alle cellen sapvoerend zijn, heeft de beweging van het vocht in de oudere en overjarige planten alleen plaats in de jongste hout- en bastcellen en vooral ter plaatse waar nieuw hout en bast gevormd wordt, d. i. in de zoogenaamde *teeltlaag*.

In den stengel volgt het vocht denzelfden weg. Van cel tot cel voortgaande en door de celvliezen als het ware doorzweetende, stijgt het door de jongste hout- en bastcellen en door de teeltlaag naar boven, en komt zoo in alle takken, waarin het wederom langs denzelfden weg vooral naar de knoppen en bladeren, en, waar deze aanwezig zijn, naar de bloemen en onrijpe vruchten gevoerd wordt. In de jonge planten neemt ook het merg deel aan de sapgeleiding, maar in de oudere gewassen, zoo als in de meesten onzer boomen verdroogt dit merg, en de voeding en onderhouding der oudere gedeelten van het hout heeft, zoo lang deze nog voortgaat, plaats door de mergstralen, waarvan in het vorige hoofdstuk gesproken is.

In één woord de sapbeweging wordt steeds daarheen gerigt, waar de meeste verdamping en de grootste scheikundige veranderingen in de plant geschieden, alzoo naar de bladeren en de plaatsen van nieuwe celvorming.

Wat de vaten in de plant betreft, deze zijn in den regel altijd met lucht gevuld, en nemen aan de sapbeweging geen deel. Alleen in het voorjaar vindt men bij sommige boomen, die uit eene gemaakte insnijding sterk bloeden of tranen kunnen (zooals de wijn-

---

[1]) Dat werkelijk het vocht uit den grond alleen door deze cellen en niet door de oudere gedeelten van den wortel opgenomen wordt, is bewezen geworden door eene plant slechts met een gedeelte der wortels in water te plaatsen. Wanneer men het grootste gedeelte van den wortel in de lucht bragt, maar alleen de uiteinden van de fijnste haarwortels in het water liet, verdroogde de plant niet, terwijl dit aanstonds geschiedde, wanneer deze fijne worteleinden niet in aanraking met het water waren, zelfs al bevond zich overigens de geheele wortel in het water.

stok, de berk en meer anderen), dat, voordat de knoppen zich ontplooid hebben, de vaten gedurende een korten tijd met sap gevuld zijn. Wanneer de grond door de zonnestralen in het voorjaar verwarmd wordt, beginnen de wortelcellen hare werking, voordat de boom nog met bladeren voorzien is, welke het opgenomen vocht kunnen doen verdampen, en zoo wordt de boom opgevuld met sappen, die op de celwanden eene sterke drukking uitoefenen en waarschijnlijk uit de cellen tijdelijk in de vaten worden geperst. Zoodra echter de boom weder met bladeren voorzien is, zijn de vaten ook weder met lucht gevuld, zoodat het eigenlijk alleen de cellen zijn, welke voortdurend het sap in de plant opvoeren.

Waar men in den zomer uit den afgebroken stengel van sommige planten, b. v. van de stinkende gouwe of van de wolfmelksoorten, een melkachtig troebel, dikwijls gekleurd en vergiftig vocht ziet uitvloeijen, daar is dit geen sap, wat uit de wortels opgevoerd der plant tot voedsel strekt, maar hoogst waarschijnlijk een gedurende den groei der plant afgescheiden vocht, wat in een eigen soort van vaten, of hier en daar in de tusschenruimten tusschen de cellen, bewaard wordt.

Er bestaan in de plant geene doorloopende buizen of kanalen, welke het voedingsvocht rondvoeren. Men heeft wel eens gemeend, dat de voeding der planten meer overeenkomstig was met die der dieren; dat er in de planten een doorloopende stroom van vocht was, hetwelk, hoewel steeds door de cellen gaande, door de wortels naar de bladeren werd gevoerd; en hier met het koolzuur der lucht in aanraking komende, verwerkt en gezuiverd werd, zoo als het bloed der dieren in de longen, om daarna langs den bast neder te dalen, en de verschillende deelen te voeden. Doch geheel ten onregte. Men heeft geen redelijken grond, om aan zulk een omloop van sappen in de plant te gelooven, en men heeft dat vermeende nederdalend sap in den bast ook nimmer kunnen vinden.

Neen, het vocht stijgt in de plant uit de wortels naar de bladeren op, langs den boven aangewezen weg van cel tot cel voortgaande en steeds de celvliezen doordringende, omdat het celvocht in de eene cel eene andere zamenstelling heeft dan in de andere. Het begeeft zich naar die plaatsen, waar door verdamping of door scheikundige wisseling het celvocht het meest verdikt is. Wel wordt het koolzuur der lucht door de bladeren en andere groen gekleurde deelen opgenomen, en waarschijnlijk ook in de bladeren reeds ten deele ontleed, maar niets verhindert ons, om ons voor

te stellen, dat die ontleding ook meer binnen in de plant voortgaat, want dat koolzuur kan, zoo als boven gezegd is, door de tallooze luchtholten overal binnen in de plant doordringen.

Deze waarheid wordt nog duidelijker, wanneer men let op den bijzonderen aard der planten. Bij de dieren, althans bij de hooger ontwikkelde, is het ligchaam alleen volkomen, wanneer geen der deelen daaraan ontbreekt; anders is het verminkt, en al de verrigtingen kunnen niet meer volkomen plaats hebben. De dieren, althans de hoogst bewerktuigde, kunnen zich ook alleen voortplanten door bevruchting van het ei, ten gevolge van zamenwerking der twee geslachten. Bij de planten daarentegen is zulks geheel anders. Indien men eenige takken of bloemen aan de plant ontneemt, zoo zullen de overige deelen nog even volkomen al hunne verrigtingen volbrengen, daar zij hiertoe de medewerking van het weggenomen deel niet behoefden. De plant vermenigvuldigt zich niet alleen door zaad, maar ook door knoppen, die op allerlei plaatsen, soms zelfs uit het blad, ontstaan kunnen. In één woord, terwijl het ligchaam der meeste dieren één ondeelbaar en innig zamenhangend geheel vormt, bestaat de plant uit vele, in zekeren zin van elkander onafhankelijke deelen. Hoewel alle deelen eener zamengestelde plant een gemeenschappelijk leven hebben, en op elkander ontstaan, zoo heeft echter het eene deel tot zijne ontwikkeling niet de medewerking van al de andere noodig. Elk gedeelte is in zekere mate onafhankelijk en heeft zijne eigene levensgeschiedenis. Elke tak is eene herhaling van den uit het zaad geboren stam, en men kan alzoo eene vertakte plant beschouwen als eene verzameling van even zoovele planten, als zich vertakkingen daaraan bevinden. Zulk eene plant is dus, hoewel het eene deel na het andere veroudert en sterft, in hare nieuwe uitspruitsels altijddurend jong. De entloten en stekken van eene oude plant geven ook even krachtige planten als die van een jong en frisch gewas.

Op die wijze moet het leven der plant, wanneer het niet door de vorming van zaad wordt uitgeput, geen bepaald einde hebben. Iedere cel en ieder deel heeft een bepaalden levensduur, maar de zamengestelde plant heeft dien niet, omdat iedere loot zich zelfstandig ontwikkelt en alleen dan aan de toenemende zwakte der oudere deelen deel neemt, wanneer deze haar door gebrek aan voedsel doen verhongeren. Het heeft dan ook werkelijk in sommige gevallen plaats, dat de plant van eindeloozen duur schijnt. Wanneer b. v. het gewas een kruipenden stam heeft, en gemakkelijk nieuwe zij-

wortelen maakt, dan is de jonge uitlooper in de gelegenheid, om onmiddellijk voedsel uit den grond te ontvangen en wordt dus geheel onafhankelijk van de moederplant. Hier sterft de plant nimmer, hoewel zij telken jare eene andere is en op eene andere plaats groeit. Vele mos- en grassoorten groeijen aldus in moerassen en veenstreken sedert verscheiden eeuwen voort.

De planten met een opgaanden stam daarentegen hebben, hoe oud zij ook mogen worden, een bepaald levenseinde[1]). Wel zijn ook hier de jonge scheuten even gezond en volkomen, maar bij de steeds grootere lengte van den stam wordt het hoe langer hoe moeijelijker, om de noodige hoeveelheid vocht voor den jeugdigen tak naar boven te voeren, zoodat deze meer en meer karig gevoed wordt en eindelijk verhongert, waarna de plant sterft.

Zoo leeft dan elke cel, elke tak ten koste van den grond en van de lucht, en hoewel nog niet alle geheimen van het plantenleven volledig bekend zijn, het is uit dit en uit de beide voorgaande hoofdstukken genoegzaam gebleken, wat in het algemeen de plant noodig heeft voor haren groei. Een vruchtbare grond, van alle onverbrandbare bestanddeelen behoorlijk voorzien, steeds vochtig en los, ten gevolge van den aard zijner hoofdbestanddeelen, en warm door de scheikundige wisseling, die in de verbrandbare stoffen plaats heeft; een ruime stand, waarbij lucht en licht overvloedig kunnen toetreden, waarbij de plant in staat is, zich ook zijdelings te kunnen uitbreiden: ziedaar de eerste vereischten, om van het goede zaad ook eene goede plant te doen ontstaan. Regen en zonneschijn ter bekwamer tijd moeten den groei der planten bevorderen, maar zij vermogen dit dan eerst krachtig, wanneer der plant gegeven is, alles wat zij tot haren weligen groei behoeft. De landbouwer, die rijke oogsten wil verkrijgen, trachte daarom aan alle voorwaarden tot een goeden plantengroei zooveel mogelijk te voldoen; hij verschaffe zich kennis van de eigenschappen en den groei der planten, ten einde dit voor elk gewas met het meeste voordeel te verrigten.

1) Sommige boomen kunnen 3000, 5000 en meer jaren oud worden.

N. W. P. RAUWENHOFF.

VIII.

BESTANDDEELEN DER DIEREN.

Bij de beschouwing omtrent de bestanddeelen der planten, leerden wij eene reeks van stoffen kennen, gedeeltelijk haren oorsprong hebbende van de bestanddeelen der lucht, gedeeltelijk door middel van het water uit den grond in de planten overgebragt; en wij zagen daarbij, dat die stoffen hoofdzakelijk in twee afdeelingen kunnen gesplitst worden, namelijk in *dezulken, die verbranden kunnen*, en in *zoodanigen, die na de verbranding terug blijven.* Hetzelfde onderscheid moeten wij maken tusschen de bestanddeelen der dieren, met wier behandeling wij ons nu moeten bezig houden. Ook daarin vindt men *verbrandbare* en *onverbrandbare* zelfstandigheden, en terwijl de naaste bestanddeelen der dieren met die der planten weinig overeenkomst schijnen te hebben, zijn toch de grondstoffen, waaruit beiden zijn opgebouwd, dezelfden. Dit moge velen vreemd voorkomen, en toch is het een natuurlijk gevolg daarvan, dat het ligchaam der dieren uit plantenstoffen is gevormd; deze ondergaan wel is waar eene wijziging, maar de grondstoffen, waaruit zij bestaan, zijn en blijven onveranderlijk. Wij zullen later gelegenheid hebben, hierop terug te komen en de waarheid hiervan nader aan te toonen; voor het oogenblik kunnen wij hierover niet verder uitweiden en willen liever overgaan tot de beschouwing van de bestanddeelen der dieren, in zooverre hunne kennis voor den landbouwer van gewigt mag geacht worden. Bepalen wij in de eerste plaats onze aandacht tot de

Beenderen. Het ligchaam der landbouwdieren is toegerust met een geraamte, dienende om het een vasten steun te geven en de gevoelige, inwendige ligchaamsdeelen tegen uitwendige drukking en beleediging te bewaren. De beenderen, waaruit dit geraamte is zamengesteld, bestaan uit eene stevige zelfstandigheid, die in verschen toestand eene zekere buigzaamheid bezit.

Het is vooral dit gedeelte van het ligchaam, waarin de onverbrandbare stoffen verreweg de overhand hebben. Terwijl in het vleesch, in de haren en in andere weefsels betrekkelijk weinig onverbrand-

bare stof wordt aangetroffen, bestaan de beenderen daaruit voor het grootste gedeelte en juist daaraan zijn zij (in zeker opzigt) hunne hardheid en stevigheid verschuldigd; inderdaad een gewigtig voorbeeld van den grooten rol, dien de onverbrandbare stoffen, ook bij de vorming van het dierlijk ligchaam, vervullen. Reeds vroeger hadden wij gelegenheid, den lezer opmerkzaam te maken op het groote gewigt van diezelfde stoffen voor de planten en toonden wij aan, dat de bloei en de gezonde toestand van deze laatsten zonder eene zekere hoeveelheid onverbrandbare stoffen niet mogelijk is. Hetzelfde is ook bij de dieren het geval, en het voorbeeld, dat wij zoo even aanhaalden, is zeker sprekend genoeg, om dit gezegde te staven.

Het verbrandbare en het onverbrandbare gedeelte van het been zijn onderling, als ware het, zoo zamengeweven en zamengegroeid, dat het eene vruchtelooze poging zou zijn, ze met een mes of door dergelijke werktuigen van elkander te scheiden; wij bezitten evenwel zeer eenvoudige middelen, om beide deelen afzonderlijk te verkrijgen. Wordt een been aan de lucht hevig gegloeid, zoo zal het eerst zwart worden, maar ten laatste eene geheel witte kleur aannemen; zoodra dit het geval is, kan men verzekerd zijn, dat het verbrandbare gedeelte, door de hitte geheel is verjaagd en dat men slechts het onverbrandbare deel heeft overgehouden.

Wanneer een geheel ongeschonden been op genoemde wijze is behandeld, dan heeft het den uiterlijken vorm nagenoeg geheel behouden; maar vergelijkt men het naauwkeurig met een versch been, zoo zal men bespeuren, dat het veel broozer en witter is geworden, en dat het op sommige plaatsen eene sponsachtige gedaante heeft gekregen, terwijl het tevens merkelijk in gewigt is verminderd.

Het witte, aardachtige, *onverbrandbare gedeelte van het been*, dat men op die wijze verkrijgt, is de *beenderaarde;* het is een mengsel van eenige verschillende, maar voornamelijk van twee stoffen, namelijk van phosphorzuren kalk en koolzuren kalk; welke tot die soort van ligchamen behooren, welke men zouten noemt en waarover wij reeds vroeger (zie bl. 39 en 57) hebben gehandeld. De eerstgenoemde is eene verbinding van koolzuur met kalk, en de laatste ontstaat uit de vereeniging van phosphorzuur met kalk. Wat phosphorzuur, koolzuur en kalk zijn, behoeven wij hier niet verder te herinneren, daar wij over deze stoffen reeds vroeger uitvoerig hebben gesproken.

De phosphorzure kalk der beenderen is in zuiveren toestand eene witte stof, die niet in water, maar wel in zuren oplosbaar is; hij maakt een bestanddeel uit van de meeste dierlijke stoffen, van de

meeste planten, van den grond, van vele gewigtige meststoffen, zoo als guano, duivenmest, enz.

De koolzure kalk is eveneens een witte zelfstandigheid; in de natuur vindt men die, onder anderen als krijt, in groote menigte. Hij is niet in zuiver water oplosbaar, maar wordt door zuren onder ontleding opgelost. Voegt men namelijk bij koolzuren kalk of krijt een zuur, dan ontstaat er eene hevige opbruising, doordien het koolzuur uit de verbinding wordt losgemaakt en luchtvormig ontwijkt.

Wat aangaat nu *het verbrandbare deel* van het been, dit bestaat vooreerst uit *vet*, dat overal tusschen het been is ingelegen, en vervolgens voor het grootste deel uit eene stof, die men *lijmgevend weefsel* noemt, (waarom, zal straks nader blijken) en die, zoo als wij reeds boven aanmerkten, met de beenderaarde zeer innig is vereenigd. Wij gaven boven reeds aan, hoe men de beenderaarde afzonderlijk kan bereiden, namelijk door het uitgloeijen van het been, waarbij het vet en de lijmgevende stof, geheel en al worden verbrand en als luchtsoorten ontwijken. Maar hoe zullen wij nu de verbrandbare deelen afzonderlijk verkrijgen? Ziedaar eene vraag, waarop de scheikundige u dadelijk een gereed antwoord zal geven. Wij bezitten in het zoutzuur eene stof, die in staat is, de beenderaarde even zoo gemakkelijk op te lossen, als de suiker door het water wordt opgenomen; zonder dat daardoor de lijmgevende stof wordt aangedaan, zoo slechts het zoutzuur genoegzaam met water wordt verdund. [1]) Wil men dus het lijmgevende weefsel van het been afzonderen, zoo behoeft men dit laatste slechts in verdund zoutzuur te leggen, en het daarin een paar weken te laten staan; daarna het zuur af te gieten en door eene nieuwe hoeveelheid te vervangen, zoo lang, tot dat men eene buigzame, veerkrachtige zelfstandigheid heeft overgehouden.

Deze veerkrachtige stof is dan *het lijmgevend weefsel* van het been, dat nog den uiterlijken vorm daarvan heeft behouden, maar door zijne meerdere zachtheid en lenigheid zeer gemakkelijk van een versch been is te onderscheiden. De reden, waarom men haar *lijmgevend weefsel* noemt, ligt hierin, dat zij door lang koken met water, in lijm overgaat en geheel en al wordt opgelost. Vele andere stoffen, zoo als de pezen en banden, de lederhuid van het dierlijk ligchaam,

1) Sterk zoutzuur zou ook de verbrandbare stoffen opnemen. Het beste is, één deel sterk zoutzuur uit den handel met 10 deelen water te vermengen en dit te gebruiken.

enz. hebben diezelfde eigenschap en denzelfden naam; zij komen dan ook in zamenstelling zeer na met de verbrandbare deelen van het been overeen, en kunnen allen gebruikt worden, om er lijm uit te bereiden.

De verhouding, waarin de beide behandelde stoffen, namelijk de *beenderaarde* en het *lijmgevend weefsel*, in het been voorkomen, hangt van zeer vele omstandigheden af; zij is verschillend naar de soort van het dier, naar de verscheidenheid en het doel der beenderen, naar den ouderdom en den gezondheidstoestand van het dier, enz. Zoo bevatten de beenderen der visschen (de graten) meer lijmgevende stof dan die der zoogdieren; zoo bemerkt men een klein verschil in de zamenstelling van menschen- en ossenbeenderen; ja zelfs bespeurt men een dergelijk verschil bij de onderscheidene beenderen van één mensch of één dier. Dat ook de ouderdom op de zamenstelling der beenderen invloed heeft, is voldoende bewezen; beenderen van kinderen bevatten meer lijmgevende stof dan die van volwassenen, terwijl die van oude lieden daarentegen betrekkelijk veel meer beenderaarde bevatten; een merkwaardig verschijnsel, waaruit zich de groote buigzaamheid der eersten en de groote breekbaarheid der laatsten laat verklaren, en ons tevens duidelijk wordt, hoe het geraamte van een jong kind zoo gemakkelijk door uitwendige indrukken van vorm kan veranderen.

Naarmate het been steviger en voor eene krachtige werking meer geschikt is, bevat het ook meer beenderaarde. Uit de navolgende opgave kan dit een en ander gemakkelijk en met een oogopslag worden opgemaakt.

100 deelen drooge en van vet beroofde beenderen, bevatten:

	Lijmgevende stof.	Beenderaarde.
Beenderen van den mensch (door elkander)..	33½ deelen.	66½ deelen.
〃 〃 〃 os 〃 〃	35½ 〃	64½ 〃
〃 〃 het schaap 〃 〃	34½ 〃	65½ 〃
〃 〃 〃 paard 〃 〃	33 〃	67 〃
〃 〃 〃 varken 〃 〃	35 〃	65 〃
〃 〃 de tortelduif 〃 〃	17 〃	83 〃
〃 〃 den kikvorsch 〃 〃	37 〃	63 〃
〃 〃 een kind 〃 〃	53 〃	47 〃
Dijbeen 〃 〃 mensch............	37½ 〃	62½ 〃
Ribbenbeen 〃 〃 〃	42½ 〃	57½ 〃

De beenderen van verscheidene dieren worden tot vele doeleinden gebezigd en zijn in vele opzigten van een uitgebreid nut. Men be-

reidt daaruit den phosphorus, om lucifers te maken; men maakt er lijm van, bewerkt ze tot allerlei werktuigen en voorwerpen van kunst; de stof, waarmede de suikerraffinadeurs veelal de suiker zuiveren en wit maken, is eveneens uit beenderen door verhitting bereid (beenderkool). Maar hierbij houdt het nut der beenderen niet op. Ook de landbouwer kan ze met groot voordeel tot de bemesting van zijn land gebruiken en het is steeds te bejammeren, dat daarvan in ons vaderland zoo weinig partij wordt getrokken en dat men het met leede oogen aanziet, dat er telkens ontzaggelijke hoeveelheden beenderen naar het buitenland worden vervoerd, om daar den grond te verrijken en den landbouwers voordeel en voorspoed te bezorgen. Wij zullen later in de gelegenheid zijn, daarover uitvoerig te handelen, doch kunnen niet van dit onderwerp afstappen, zonder met een enkel woord aan te toonen, waarom de beenderen werkelijk met voordeel ter bemesting kunnen worden aangewend.

Toen vroeger over de bestanddeelen der planten werd gehandeld, toonden wij aan, dat het phosphorzuur een van die stoffen was, welke in den grond slechts in zeer geringe hoeveelheid voorkomen, en toch van vele gewassen, voornamelijk van de granen, een zeer noodzakelijk, ja, onmisbaar bestanddeel uitmaken; *noodzakelijk* en *onmisbaar*, niet alleen voor den groei der planten, maar ook voor hare waarde als voedingsmiddel, omdat juist uit dat voedsel voor een gedeelte de beenderen moeten worden gevormd. Een ieder zal dan spoedig begrijpen, dat alle stoffen den landbouwer welkom moeten zijn, welke dat phosphorzuur in eenigzins ruime hoeveelheid bevatten. Neemt men nu in aanmerking, dat de beenderen, door elkander gerekend, 66 pCt. beenderaarde bevatten, (overeen komende met 45 pCt. phosphorzuur), dan is het blijkbaar, dat eene doelmatige bemesting met beenderen aan het land een bestanddeel moet mededeelen, dat daarin zeer weinig wordt aangetroffen en toch voor een rijken oogst van granen, en andere gewassen onmisbaar mag genoemd worden. Maar tevens verkrijgt het land door die bemesting eene dierlijke zelfstandigheid (de lijmgevende stof), die door hare langzame ontbinding eenen zeer gunstigen en krachtigen invloed op den groei der gewassen uitoefent, en eene snelle vermeerdering van het kruid ten gevolge kan hebben.

Is het dan niet verstandig, om de beenderen van dieren, die op *onzen* grond zijn opgegroeid en de bestanddeelen van hun ligchaam uit *onzen* grond hebben getrokken, liever te bewaren en weêr aan

dien grond terug te geven, dan ze aan vreemden te verkoopen, ze weg te laten voeren en aldus onzen grond te verarmen, waardoor de landbouwer somtijds genoodzaakt wordt, om van vreemde landen mest voor hoogen prijs aan te koopen (guano), dien hij gerust had kunnen missen, zoo hij de stoffen gebruikte, welke hij in zijn eigen vaderland kan verkrijgen?

Maar genoeg hierover; het bestek van dit hoofdstuk laat niet toe, over deze belangrijke zaak verder uit te weiden, die in een volgend hoofdstuk nader zal worden ter sprake gebragt.

Tanden. Wij moeten nu met een enkel woord spreken over de tanden, die in zeker opzigt kunnen gezegd worden, tot het beenstelsel te behooren, en met de beenderen in zamenstelling grootendeels overeenkomen. Zij dienen, om het voedsel der dieren fijn te malen en aldus tot het inslikken voor te bereiden.

Wanneer men de tanden van verschillende diersoorten met elkaar vergelijkt, merkt men daarbij eene groote verscheidenheid in *vorm* en *uiterlijk voorkomen* op; ja, bij sommige dieren vindt men, op de plaats, waar doorgaans de tanden worden gevonden, stoffen, die daarvan zeer verschillen, (zoo als b. v. het balein bij den walvisch). Maar over het algemeen is de *zamenstelling* dier tanden nagenoeg dezelfde; men merkt daaraan verschillende deelen op, die wezenlijk van elkander onderscheiden zijn. Het binnenste, dat het grootste gedeelte daarvan uitmaakt, wordt het *ivoor* genoemd, eene stof, welke met het eigenlijke been zeer na overeen komt en dus eveneens uit lijmgevend weefsel en beenderaarde bestaat. Dit ivoor der tanden is bedekt met eene laag van eene zeer harde zelfstandigheid, het *glazuur* genoemd, dat voor het grootste deel uit phosphorzuren kalk bestaat, en door zijne groote hardheid uitmuntend geschikt is, om de inwendige deelen der tanden te beschutten en het afslijten daarvan zoo gering mogelijk te maken.

Bij die dieren, welke het voedsel inslikken, zonder het te kaauwen, hebben al de tanden ongeveer denzelfden vorm; zij dienen dan alleen om de prooi te grijpen en vast te houden (zooals bij den krokodil); maar bij die, welke de spijzen moeten kaauwen, vindt men verschillende soorten van tanden, welke tot onderscheidene doeleinden geschikt zijn.

Zoo vindt men bij den mensch en de meeste zoogdieren, b. v. drie soorten van tanden, namelijk *snijtanden*, *hoek-* of *oogtanden* en *maaltanden* of *kiezen*.

De snijtanden hebben op de bovenvlakte een scherpen, snijden-

den kant en zijn vooral dienstig, om het voedsel door te snijden, en over het algemeen eene snijdende werking uit te oefenen; de hoektanden zijn meer puntig, sterker van bouw en dieper in de kaak vastgehecht, waardoor zij zeer geschikt zijn om het voedsel te grijpen en te verscheuren. De kiezen eindigen met eene breede bovenvlakte, die min of meer hobbelig is, zoodat de stoffen, die tusschen de boven- en onderkaak geraken, met het grootste gemak kunnen worden fijngemalen. Om dit een en ander duidelijk te maken, voegen wij hierbij eene afbeelding van de tanden en kiezen, zoools zij in haar geheel bij den mensch worden aangetroffen (zie fig. 35) het

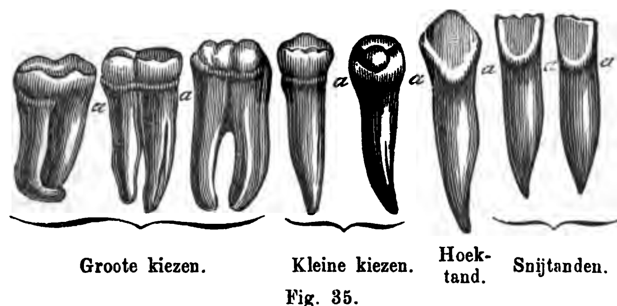


Fig. 35.

bovenste gedeelte tot aan *a* (de zoogenaamde *kroon*) is alleen bij een gezond kakebeen zigtbaar, terwijl het overige (de *wortel*) in de kaak zelf verborgen is.

Wat nu aangaat den vorm en den bouw der tanden bij verschillende dieren, deze is uiterst verschillend, naarmate van het voedsel, dat door die dieren wordt genuttigd, en staat daarmede steeds in een zoo naauw verband, dat men uit den vorm en bouw der tanden van een dier alleen meestal zeker kan opmaken, tot welke soort het behoort. Inderdaad eene merkwaardige en schoone inrigting der natuur, waarin wij de wijsheid van den Schepper op nieuw moeten bewonderen.

Bij de verscheurende dieren, welke alleen van vleesch leven, zijn de kiezen der beide kaken zeer scherp en zoodanig ingerigt, dat ze in elkaar grijpen en als eene schaar werken, waardoor eene fijne verdeeling van het voedsel zeer gemakkelijk wordt gemaakt; bij de herkaauwende dieren (de koe, het schaap enz.), vindt men geene hoektanden en zijn de kiezen plat en met oneffenheden bezet, die het kaauwen van gras en andere plantaardige stoffen zeer bespoedigen. Zoo is het met alle andere dieren, de Schepper heeft hun allen

werktuigen toegedacht, waardoor ze het gemakkelijkst de leefwijze kunnen volgen, waarvoor ze zijn bestemd.

Spieren, vleesch. Rondom de beenderen vindt men bij den mensch en de van een geraamte voorziene dieren de spieren of, zoo als men het meer algemeen noemt, het vleesch, eene stof, die met betrekking tot de voeding van den mensch, eene der gewigtigsten mag genoemd worden.

Het is iedereen bekend, dat het vleesch van verschillende dieren, van het rund, het schaap, het varken, dat van de visschen en het gevogelte, na gekookt of gebraden te zijn, een bijzonderen smaak bezit, die voor het vleesch van elk dier kenmerkend is, en menigeen onder onze lezers zal uit die ondervinding welligt het besluit trekken, dat die verschillende soorten van vleesch zeker eene zeer uiteenloopende zamenstelling moeten hebben, en zelfs geheel andere stoffen moeten bevatten. En evenwel, hoe spoedig ook de smaak de afkomst van het vleesch moge verraden, zoo moeten wij reeds dadelijk op den voorgrond stellen, dat die zelfstandigheden, welke daaraan een zoo bepaalden smaak mededeelen, een zoo gering bestanddeel van het vleesch uitmaken, dat men hare hoeveelheid tot nog toe niet heeft kunnen bepalen en ze zelfs nog niet heeft kunnen afzonderen.

Neemt men dan ook deze stoffen, waaraan elke vleeschsoort na eenige toebereiding haren smaak en reuk verschuldigd is, niet in aanmerking, zoo heeft overigens het vleesch der landbouwdieren, dat van den mensch, van het gevogelte en de visschen eene zeer groote overeenkomst, zoodat hetgeen wij van het vleesch in het algemeen zullen mededeelen, grootendeels op dat van alle andere dieren van toepassing is.

Wanneer men een stuk vleesch, om het even van welk dier, aandachtig beschouwt, dan zal men gemakkelijk bemerken, dat het geene gelijkvormige stof is; immers men zal hier en daar aderen, zenuwen, vet en vliezen tusschen het eigenlijke vleesch, of de spieren, [1]) zien doorloopen en deze adertjes, zenuwen, enz. zijn zoo fijn door de geheele massa verspreid, dat men ze daarvan onmogelijk door het mes geheel kan afzonderen; ja, de gelijkvormig, roode kleur, die het vleesch van vele dieren aanbiedt, is alleen aan de aanwezigheid van dergelijke fijn verspreide bloedvaatjes toe te schrijven.

1) Vele menschen verstaan onder *spieren*, wat men ook gewoon is *pezen* te noemen; wij moeten hier doen opmerken, dat deze twee zaken volstrekt niets met elkaar gemeen hebben, en geheel andere ligchaamsdeelen uitmaken.

Maar nog meer springt de zamengesteldheid van het vleesch in het oog, wanneer wij een klein stukje van eene oogenschijnlijk geheel gelijkvormige spier, door het vergrootglas bezien; men bemerkt dan, dat zelfs de wezenlijke vleeschmassa nog uit een mengsel van twee zelfstandigheden bestaat; namelijk uit zeer kleine vezeltjes, en uit vliesjes, die deze vezeltjes omgeven en tot een bundeltje vereenigen. Een aantal dergelijke bundeltjes is weêr door een dergelijk gemeenschappelijk vlies verbonden en zoo bestaat een spier van eenige grootte uit een onnoemelijk aantal vezeltjes, tot bundels te zamengevoegd.

Men kan zich, van de vezelachtige natuur der spieren nog op eene andere wijze gemakkelijk overtuigen. Wanneer men namelijk een stuk versch of nog liever uitgekookt vleesch, om het even van welk dier, fijn hakt en uitperst, houdt men eene wit of grijs gekleurde draadachtige stof over, die vooral bij taai vleesch zoo hinderlijk voor den smaak is. Deze stof bestaat voornamelijk uit die vezeltjes, waarvan boven sprake was en wordt dan ook *vezelstof* genoemd; zij maakt het vaste hoofdbestanddeel van het spierweefsel uit, en heeft, ofschoon in uiterlijk aanzien daarvan zeer verschillende, met eiwit en kaasstof zeer groote overeenkomst.

Wij zeiden zoo even, dat de vezelstof voornamelijk het *vaste* gedeelte van het vleesch uitmaakte, en wel omdat daarin nog vloeibare bestanddeelen aanwezig zijn, en meer dan men welligt verwachten zou, wanneer men den vasten zamenhang der spieren in aanmerking neemt. Er komt in het versche vleesch niet minder dan 77 pCt. water voor, waarin een weinig eiwit is opgelost, benevens een deel der aschbestanddeelen, voornamelijk bestaande uit een weinig keukenzout, phosphorzuur, potasch, soda, kalk en bitteraarde. Wij kunnen reeds hieruit opmaken, dat de eigenlijke geheel drooge vezelstof, slechts een betrekkelijk gering gedeelte van het vleesch uitmaakt.

Sommigen onzer lezers zullen zich welligt verwonderen, hier als bestanddeel van vleesch, het eiwit te zien genoemd, eene stof, waarvan de naam reeds schijnt aan te duiden, dat zij bijzonder aan het wit van het ei eigen is. Tot opheldering van deze schijnbaar zonderlinge zaak, moeten wij den lezer herinneren, wat reeds vroeger met een enkel woord is aangestipt, dat in de verschillende voortbrengselen van het planten- en dierenrijk, eene stof wordt gevonden, welke volkomen overeenkomstig is met die zelfstandigheid, waaruit het wit van het ei bestaat, en daarom ook den algemeenen naam van eiwit heeft gekregen.

Als bestanddeelen van het vleesch hebben wij dus leeren kennen: vezelstof, water, eiwit, een weinig vliezen, verschillende zouten, een weinig bloedkleurstof en eene geringe hoeveelheid van nog onbekende stoffen, die aan het vleesch reuk en smaak mededeelen. De navolgende tafel dient om een kort overzigt van de onderlinge verhouding dezer bestanddeelen te geven.

1000 Ned. pond van vet bevrijd vleesch bevatten bij een

	Os.	Kalf.	Varken.	Visch.
Water	775 ℔.	800 ℔.	780 ℔.	800 — 820 ℔.
Vezelstof	175 "	150 — 160 "	170 "	120 — 110 "
Eiwit en bloedkleurstof.	20 "	30 "	25 "	60 "
Zouten, reuk en smaak gevende stoffen	30 "	20 "	25 "	30 "

Alvorens van de behandeling van dit onderwerp af te stappen, moeten wij nog eenige oogenblikken stilstaan bij de veranderingen, die het vleesch ondergaat, wanneer het op de eene of andere wijze aan den invloed der warmte wordt blootgesteld, om het gaar te maken.

Gaan wij in de eerste plaats na, wat daarmede gebeurt, wanneer het in water wordt gekookt. Uit een vroeger hoofdstuk is gebleken, dat het water de eigenschap heeft, eene menigte stoffen van allerlei aard te kunnen oplossen en hieruit volgt noodzakelijk, dat wanneer men vleesch eenigen tijd in water laat staan, een deel van de oplosbare stoffen daaruit in het omringende vocht moeten overgaan. Maakt men het water warm en hakt men het vleesch fijn, zoo zal deze oplossende werking bevorderd en bespoedigd worden; en de vloeistof zal voornamelijk eiwit en eenige zouten uit het vleesch verwijderen. Brengt men evenwel een stuk vleesch van eenige grootte in water en verhit men dit tot kokens toe, zoo zal de invloed van de omringende vloeistof meer beperkt zijn, omdat het water van buiten slechts op eene geringe diepte van het vleesch kan doordringen en daarenboven, omdat het stollen van het in het vleesch beslotene eiwit, dat nog lang voor het koken van het water (en wel bij 60 graden van de honderddeelige schaal) begint, de toetreding van eenige vloeistof verhindert. Zet men het koken voort, dan bemerkt men, dat het vleesch allengs losser van zamenhang wordt en ten laatste, als het ware, uit elkaâr valt, zoodat eene geringe poging voldoende is, om het te verdeelen en fijn te maken. In deze verandering, tot eene zekere hoogte opgevoerd, is de oorzaak van *gaar worden* gelegen; zij is alleen daaraan toe te schrijven, dat door den verlengden invloed

van het kokende water, de vliezen, welke de spiervezels bijeen houden, allengs in lijm overgaan, en derhalve niet meer zooveel weêrstand bieden als vroeger.

Terwijl nu door het koken van het vleesch, een klein verlies aan bestanddeelen wordt geleden, is dit met het braden van het vleesch het geval niet; wel is waar kan er water verdampen, maar het vet, wat men bij het braden gebruikt, lost niets van de in het vleesch bevatte stoffen op. Tevens is uit het boven medegedeelde duidelijk, dat, wanneer men vleesch kookt, zonder het verkrijgen van vleeschnat te beöogen, men beter handelt, het eensklaps in kokend water te dompelen, dan het met koud water op het vuur te zetten; immers komt het dadelijk met kokend water in aanraking, zoo stolt het eiwit in de buitenste deelen daarvan en verhindert daardoor grootendeels, dat het worde opgelost. Heeft men daarentegen ten doel, vleeschnat of soep te bereiden, zoo is het juist voordeelig, het vleesch zoo fijn mogelijk te maken en het met koud water aan het koken te brengen; maar men vergete daarbij niet, dat het overgebleven vleesch zooveel minder voedend is, terwijl de spiervezelen door het koken taai geworden, bovendien nog moeijelijker worden verteerd.

Vet. De stoffen, die wij tot nog toe als nadere bestanddeelen van het dierlijk ligchaam hebben leeren kennen, waren, zoo als wij gezien hebben, aanmerkelijk verschillend van de stoffen, waaruit de planten hoofdzakelijk zijn opgebouwd. Geheel anders is dit met de verschillende vetsoorten, die men hetzij op bijzondere plaatsen, van het ligchaam, hetzij tusschen het vleesch aantreft; want de meesten daarvan vindt men bij de eene of andere plant terug. Het vet van het rund en het schaap treffen wij voor een deel aan in datgene, wat zich bij sterke koude, uit de gewone olijf- of slaolie afzondert. Dat van den mensch en de ganzen, komt insgelijks in die vaste bestanddeelen van de olijfolie voor en zoo zou men nog eene menigte dergelijke voorbeelden kunnen bijbrengen. Wij moeten hier evenwel opmerken, dat men uit de planten meestal vloeibare vetten (oliën) verkrijgt, terwijl de dierlijke vetsoorten oogenschijnlijk uit enkel vast vet bestaan, maar inderdaad, even als de plantaardige vetten mengsels zijn van vaste en vloeibare zelfstandigheden. Uit de eersten kan men het vloeibare deel door persen verkrijgen en uit de laatste zetten zich, bij sterke koude, allengs de vaste vetten af, die bij eenen gewonen warmtegraad der lucht in de vloeibare oliën waren opgelost. Alleen in de verhouding tusschen de vaste en vloeibare bestanddeelen moet de oorzaak van de meerdere of

mindere vastheid der dierlijke en plantaardige vetten worden gezocht.

Bloed. In het bovenstaande hebben wij getracht, een overzigt te geven van de zamenstelling der belangrijkste vaste bestanddeelen van het dierlijk ligchaam en daarbij vooral stilgestaan bij die stoffen, welke uit een landbouwkundig oogpunt van gewigt zijn. Het zal wel niet ongepast zijn, na dit alles, de aandacht onzer lezers eenige oogenblikken te bepalen bij het bloed, de vloeistof, waaruit alle ligchaamsdeelen voortdurend worden gevoed en hersteld, en waarin alle spijzen, onder een gewijzigden vorm, moeten overgaan, alvorens ze tot den opbouw of de instandhouding van het ligchaam kunnen dienen.

Het uiterlijk aanzien van het bloed, wanneer het nog slechts korten tijd buiten het ligchaam heeft verkeerd, is iedereen genoegzaam bekend; iedereen kent het als eene roode, eenigzins taaije vloeistof, die in verschen toestand, geene bemerkbare vaste zelfstandigheden bevat. Velen onzer lezers zullen misschien ook hebben acht geslagen, op hetgeen er gebeurt, wanneer het versch afgetapte bloed aan zich zelf wordt overgelaten, en daarbij hebben bemerkt, dat het eenige minuten na de verwijdering uit het ligchaam, eene gedeeltelijke stolling ondergaat. Daarbij vormt zich eerst eene dunne gelei, die zich allengs zamentrekt en ten laatste eenen zamenhangenden koek vormt, drijvende op eene vloeistof van eene eenigzins geelachtige kleur. Nemen wij het vast gewordene gedeelte, dat *bloedkoek* wordt genoemd, en al de roode kleur schijnt in te sluiten, uit het gele vocht (*bloedwei* geheeten), brengen wij dit in eenen doek en wringen wij het herhaalde malen onder bijvoeging van water uit, dan gaat de roode kleur grootendeels door den doek heen en wij houden ten laatste eene draadachtige stof over, die op het uiterlijk veel gelijkenis heeft met de vezelstof van het vleesch; die overeenkomst is echter niet enkel schijnbaar, maar ook wezenlijk zeer groot, en wel zoo, dat de twee bedoelde stoffen bijna geheel met elkaar overeenkomen en dus naauwelijks van elkaar kunnen onderscheiden worden. Even als de vezelstof uit het vleesch, is die uit het bloed in water onoplosbaar en éénmaal uit het bloed in vasten vorm afgezet, kan zij daarin niet weder worden opgenomen, hoewel zij in het levende ligchaam steeds in opgelosten vorm voorhanden is.

De zoogenaamde bloedwei bestaat niet uit enkel water, maar bevat nog verscheidene stoffen in opgelosten toestand, die van groot gewigt zijn; in de eerste plaats vinden wij hier weêr het eiwit terug, dat wij ook in het vocht van het vleesch hebben aangetroffen en

gemakkelijk daaraan te herkennen is, dat het bij koking stolt; verder een weinig vet en eenige onverbrandbare stoffen of zouten; onder anderen den phosphorzuren kalk, dien wij bij de behandeling der beenderen hebben leeren kennen, het keukenzout, enz. allen stoffen, die tot den opbouw van het ligchaam allernoodzakelijkst zijn.

En nu de kleur van het bloed. Wat is die kleur en hoe komt het, dat zij bij het stollen van het bloed, door de vezelstof wordt medegenomen? Dit verklaart zich zeer gemakkelijk, wanneer wij een klein druppeltje versch bloed, om het even van welk dier, onder het mikroskoop beschouwen. De vloeistof, die voor het bloote oog zoo donker ondoorschijnend rood schijnt te zijn, komt ons dan voor als een helder bijna ongekleurd vocht, waarin eene menigte ronde, platte, gekleurde schijfjes drijven, ongeveer zoo als ze in nevensstaande figuur (fig. 36) vergroot zijn afgebeeld.

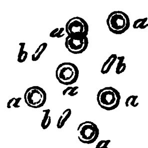


Fig. 36.
a. Bloedschijfjes van boven gezien.
b. Bloedschijfjes op den kant gezien.

Deze bloedschijfjes bestaan uit dunne vliesjes, waarin eene vloeistof is besloten, die eene eiwitachtige zelfstandigheid, eene roode, ijzerbevattende kleurstof houdt opgelost. De vloeistof, waarin zij zweven, is bijna ongekleurd, maar doordien het bloed eene ontelbare menigte van die schijfjes bevat, en deze zelven zeer klein zijn (bij den mensch slechts $\frac{3}{400}$ van eene Ned. streep in de breedte), zoo schijnt het bloed als zoodanig regelmatig gekleurd.

Wanneer nu het bloed, uit het ligchaam verwijderd zijnde, aan zich zelven wordt overgelaten, zinken eerst de bloedschijfjes, omdat zij iets zwaarder zijn dan het omringende vocht naar beneden; ondertusschen begint de vezelstof te stollen en sluit de naar beneden zakkende schijfjes zoo vast in, dat het vocht, hetwelk zich door de inkrimping van den bloedkoek afzondert, zonder bloedschijfjes en dus ongekleurd te voorschijn komt.

Niet elk bloed zal van de bovengenoemde bestanddeelen evenveel bevatten, maar de hoeveelheid daarvan verschilt eenigzins naar gelang van den ouderdom, het geslacht en de soort van het dier, naar den toestand, waarin zich dit bevindt, enz. Wij geven daarom de navolgende opgave van de zamenstelling des bloeds alleen daarom op, omdat men zich ten minste eenig denkbeeld daarvan zou kunnen maken.

1000 Ned. pd. aderlijk bloed van den mensch bevatten:

Water	800 ℔.	Bloedschijfjes	107 ℔.
Opgelost eiwit	78 "	Opgeloste vezelstof	2 "
Vet	3 "	Zouten en andere stoffen	10 "

Vergelijken wij deze opgave met die van de zamenstelling van vleesch, zoo zullen wij bespeuren, dat tusschen beiden veel overeenkomst bestaat. Het watergehalte is bij beiden nagenoeg hetzelfde en de hoeveelheid bloedschijfjes met die van het eiwit zamengenomen, is nagenoeg gelijk aan de hoeveelheid vezelstof van het vleesch; de stof der bloedschijfjes, het eiwit en de vezelstof zijn zelfstandigheden, die met elkaar in zamenstelling zeer na overeenkomen. Wanneer men dit in het oog houdt, dan zal de overeenkomst tusschen de zamenstelling van vleesch en bloed ons nog meer in het oog vallen, en dan zal het ons niet verwonderen, dat men aan laatstgenoemde stof wel eens den naam van vloeibaar vleesch heeft gegeven.

De melk [1]). In de rij der voedingsmiddelen is er een, dat gewoonlijk door het vrouwelijk geslacht afgescheiden, gedurende geruimen tijd het eenige voedsel der jonge dieren uitmaakt, eene stof, die, ofschoon zij eigenlijk wel niet onder de bestanddeelen van het dierlijk ligchaam behoort, toch niet met stilzwijgen mag worden voorbijgegaan; wij bedoelen namelijk de melk, wier naauwkeurige kennis vooral voor den landbouwer hoogst gewigtig mag genoemd worden, en aan wier behandeling wij dan ook gaarne een plaatsje inruimen.

Wij hebben boven aangemerkt, (zie bladz. 160), dat het vleesch der verschillende dieren met betrekking tot den aard der bestanddeelen zeer met elkander overeen kwam; hetzelfde kan gezegd worden van hunne melk; wel is waar zijn er kleine verschillen in de zamenstelling daarvan, maar deze bepalen zich hoofdzakelijk tot de betrekkelijke hoeveelheid der afzonderlijke in de melk bevatte stoffen; de melk eener vrouw, van eene koe en eene geit in gezonden toestand, zullen dus dezelfde bestanddeelen bevatten, maar elk in eene andere verhouding. Hetgeen wij hier omtrent den aard der koemelk en hare bestanddeelen zullen mededeelen, is dus ook weder op de melk van andere dieren grootendeels toepasselijk.

Wanneer men versche melk in een glas eenigen tijd laat staan, dan bemerkt men, dat zij zich in twee deelen scheidt; waarvan het eene geel gekleurde, de zoogenaamde room, boven op drijft, terwijl het andere, meer wit gekleurde gedeelte de onderste plaats in het glas inneemt. Hieruit blijkt, dat de melk geene gelijkvormige vloeistof is, maar uit twee vochten bestaat, die zich niet volkomen met

1) Over de pis en vaste uitwerpselen, zal eerst in een volgend hoofdstuk worden gehandeld, waarin de verschillende meststoorten zullen ter sprake gebragt worden.

elkaar laten vermengen, en dit feit laat zich gemakkelijk verklaren, wanneer men in het oog houdt, dat room voor het grootste deel uit vet bestaat en dat alle vetsoorten ligter zijn dan water, en zich daarmede niet laten vermengen.

Niet al het vet, hetwelk in de melk is bevat, verzamelt zich op die wijze boven op de vloeistof; een gedeelte daarvan blijft altijd in de melk zwevende in den vorm van zeer kleine bolletjes, die met een dun vliesje zijn omgeven, dat waarschijnlijk uit kaasstof bevat; en juist de aanwezigheid dezer fijn verspreide bolletjes in eene overigens kleurlooze vloeistof is de oorzaak van de witte kleur der melk. Dit zal zeker velen onzer lezers ongeloofelijk voorkomen; immers men bespeurt van die bolletjes in de melk niets? Voorzeker niet met het bloote oog, want deze bolletjes zijn slechts 1 tot 2 duizendste deelen van eene streep breed; maar zeer duidelijk ziet men ze, wanneer men een druppel melk onder het mikroskoop beschouwt. Men bemerkt dan in plaats van een wit ondoorschijnend vocht, eene kleurlooze vloeistof, waarin de vetbolletjes vrij rondzweven, ongeveer evenzoo als de bloedschijfjes in het bloed. De room bestaat ook uit dergelijke vetbolletjes, die met vliesjes zijn omgeven, maar die, ligter zijnde dan het overige melkvocht, na eenigen tijd komen bovendrijven.

Door de aanwezigheid van deze vliesjes wordt tevens verklaard, waarom zich bij het stilstaan van de melk, de boter niet afzonderen en verzamelen kan. Waren die vliesjes er niet, dan zou het karnen niet noodig zijn; deze bewerking toch heeft alleen het uitwerksel, dat de omhulsels der vetbolletjes op eene nog niet geheel verklaarde wijze worden verbroken of opgelost, zoodat zij verder de vereeniging van de boter tot klompen niet kunnen verhinderen.

Na deze korte uitweiding over de uiterlijke eigenschappen der melk, moeten wij de verschillende bestanddeelen daarvan eenigzins in het bijzonder nagaan, en willen in de eerste plaats stilstaan bij het vet der melk of de *boter*. Deze zelfstandigheid, die onder alle vetsoorten eene zoo bijzondere plaats bekleedt, en in smaak zoo zeer afwijkt van het vaste vet der dieren, is een mengsel van een vijf of zestal vetsoorten, waarvan sommigen bij den gewonen warmtegraad der lucht vast, anderen daarentegen vloeibaar zijn. De betrekkelijke hoeveelheid dezer bestanddeelen is niet altijd dezelfde, maar naar omstandigheden, vooral naar het jaargetijde en het voedsel, wat de koe ontvangt, verschillend; des zomers bevat de boter meer vloeibaar vet dan 's winters, eene der redenen waarom zij bij denzelfden warmtegraad nu eens zachter dan eens harder is.

Een tweede bestanddeel van de melk is de *kaasstof*; deze maakt, zoo als wij reeds boven zagen, de *vaste* stof uit, waaruit het vliesje der boterbolletjes bestaat; maar voornamelijk is zij in de melk in *opgelosten* toestand voorhanden, en kan daaruit in vasten toestand worden verkregen door toevoeging, hetzij van zuren, hetzij van lebbe of stremsel. De wrongel, die bij de bereiding van de kaas uit melk door middel van lebbe of stremsel, wordt vervaardigd, bestaat voor het grootste gedeelte uit kaasstof, maar bevat buitendien nog vet en andere zelfstandigheden, die uit de melk afkomstig zijn. Merkwaardig is het, dat de eens gestremde kaasstof zich niet meer in water laat oplossen, een verschijnsel, dat eenige overeenkomst heeft met de stolling van eiwit door warmte en het verstijven van het bloed, wanneer het aan de lucht wordt blootgesteld.

De beide opgenoemde stoffen en het water zijn die bestanddeelen der melk, welke iederen landbouwer genoegzaam bekend zijn; zij zijn echter niet de eenigen, want, zondert men de boter en de kaasstof uit de melk af, zoo houdt men niet enkel water over; het overblijvende vocht toch laat bij verdamping nog iets terug, wat eene geelachtig witte kleur heeft, en eenen zoeten smaak bezit. Dit terugblijvende is een mengsel van onverbrandbare stoffen met eene suikersoort, die hoofdzakelijk in de melk, maar ook in geringe hoeveelheid in sommige plantaardige voortbrengselen wordt aangetroffen, en die juist daarom met den naam van *melksuiker* wordt bestempeld. Deze laatstgenoemde stof, waaraan de *zoete wei* haren naam is verschuldigd, wordt in Zwitserland door de landbouwers in het groot uit melk bereid, nadat deze reeds van boter en kaasstof is beroofd; zij heeft slechts een zeer zwak zoeten smaak, en wordt dus niet even als de rietsuiker, maar tot geheel andere doeleinden gebruikt.

Wat nu de onverbrandbare bestanddeelen der melk betreft, zij zijn dezelfden als die, welke in den grond en in de planten worden aangetroffen, en dit kan ons niet verwonderen, wanneer wij bedenken, dat de melk der landbouwdieren door omzetting van plantaardig voedsel moet ontstaan zijn. Zij zijn als voedingsmiddel voor het jonge dier gansch niet onnut, maar, zooals wij in een volgend hoofdstuk zullen aantoonen, onmisbaar voor de vorming der beenderen, enz.

Uit het boven medegedeelde volgt dus, dat de hoofdbestanddeelen der melk zijn: water, boter, kaasstof, melksuiker en onverbrandbare stoffen of zouten. De betrekkelijke hoeveelheid daarvan is in de melk niet altijd dezelfde, maar van eene menigte omstandigheden afhankelijk, even als de hoeveelheid melk, die door een dier wordt op-

geleverd. Het jaargetijde, de aard van het voedsel, het ras der dieren, hunne gedaante en ligchaamsgesteldheid oefenen daarop een gewigtigen invloed uit, zoodat de mogelijkheid bestaat, dat twee koeijen van hetzelfde ras melk van eene verschillende zamenstelling opleveren, of dat twee hoeveelheden melk van één dier, op onderscheidene tijden verzameld, van elkaar verschillen. Ja zelfs hebben naauwkeurige proeven aangetoond, dat de eerstgemolken melk over het algemeen minder vet en kaasstof bevat dan de laatstverkregene; een verschijnsel, dat bij vele dieren en ook bij den mensch is opgemerkt [1]) en dat voor de praktijk van gewigt is, omdat het aantoont, dat het voor den landbouwer voordeelig is, het vee goed uit te melken.

In hoeverre nu het voedsel op de zamenstelling der melk eenigen invloed uitoefent, kunnen wij hier niet nagaan; wij bepalen ons thans alleen bij eene opgave, waarin de zamenstelling van verschillende melksoorten is opgenomen.

1000 Ned. ponden melk bevatten van eene

	vrouw.	koe.	ezelin.	geit.	ooi.
Water......	879 ℔.	870 ℔.	916 ℔.	868 ℔.	856 ℔.
Boter.......	36 "	31 "	1 "	33 "	42 "
Kaasstof....	15 "	45 "	18 "	40 "	55 "
Melksuiker [2])	65 "	48 "	61 "	53 "	50 "
Zonten......	5 "	6 "	3 "	6 "	7 "

Eene geheel andere zamenstelling heeft de melk, die door een dier kort na de geboorte van een jong wordt afgezonderd; deze toch bevat veel meer voedende stoffen dan de melk, die later door hetzelfde dier wordt opgeleverd, en kan als een uitmuntend voedsel voor het jonge dier beschouwd worden.

Uit een praktisch oogpunt beschouwd, is het den landbouwer en den verbruiker volstrekt niet onverschillig, welke de zamenstelling der melk is; want die soort van melk wordt meestal voor de aangenaamste en beste gehouden, welke de grootste hoeveelheid vet of boter bevat. Het is daarom dikwijls verkieselijk, om over de betrekkelijke waarde van eene melksoort te kunnen oordeelen en men

1) Vroeger, toen men dit verschijnsel nog slechts bij de koeijen en ezelinnen had opgemerkt, schreef men het daaraan toe, dat de room zich ook in de uijers meer naar boven toe afzonderde; maar sedert men bij de vrouw hetzelfde heeft waargenomen, kan deze verklaring niet meer als geheel voldoende worden beschouwd.

2) In de melk der vleeschetende dieren is waarschijnlijk geen melksuiker aanwezig.

heeft dan ook middelen uitgedacht, waardoor men zich omtrent de zamenstelling der melk eenige zekerheid kon verschaffen.

Een van de eenvoudigste werktuigen, die daartoe op vele plaatsen worden gebruikt, is de zoogenaamde *roommeter*, waarmede naar het gehalte aan room de deugdelijkheid der melk wordt beoordeeld. Dit werktuig bestaat uit een langwerpig glas van een zekeren inhoud, dat door middel van strepen op den buitenwand in een zeker aantal gelijke deelen is verdeeld. Vult men nu het glas met melk tot eene zekere hoogte, die door middel van eene streep is aangeduid en met een bepaalden inhoud overeen komt, zoo zal zich na een dag de room hebben afgezonderd en men kan dan gemakkelijk, door middel van de op het glas aangebragte verdeelingen, opmaken, hoeveel procent room de melk bevat. Hoe meer dit bedraagt, hoe vetter ook de melk zal wezen.

Wij zagen reeds boven, dat door het karnen van de melk de vliesjes der vetbolletjes werden verbroken en dat daardoor de boter in staat werd gesteld, zich te verzamelen; het is algemeen bekend, dat bij die bewerking de melk steeds eene verandering ondergaat, daarin bestaande, dat zij zuur wordt en *schift*, eene verandering, die eveneens plaats grijpt, wanneer men melk gedurende langeren tijd aan de lucht laat staan. Wat kan wel de oorzaak van dat verschijnsel wezen, en van waar komt dat zuur in de melk? Ziedaar een paar vragen, die ons nog eenige oogenblikken moeten bezig houden, alvorens wij van dit onderwerp kunnen afstappen.

Dat dit zuur niet van buiten, b. v. uit de lucht, in de melk kan gebragt worden, is duidelijk, en de naaste oorzaak van het zuur worden der melk moet dus worden gezocht in eene verandering van een harer bestanddeelen. En wezenlijk is dit ook het geval. Zoodra namelijk eene of andere eiwitachtige stof in aanraking is met water en zetmeel, gewone suiker, melksuiker, enz. dan gaat na eenigen tijd, wanneer de warmtegraad niet te laag is, de eiwitachtige stof in bederf over; zij wordt ontleed, maar heeft daarbij de eigenschap de andere opgenoemde stoffen te doen veranderen; even als door de ontleding of het bederf van de gist bij de bereiding van wijn, uit suiker, en bij die van het bier, uit zetmeel wijngeest ontstaat. In de melk hebben wij nu eene eiwitachtige stof (namelijk kaasstof) en melksuiker; na eenigen tijd wordt de eerste eenigzins ontleed en is de oorzaak, dat uit de melksuiker *melkzuur* ontstaat, eene stof, die in zekere hoeveelheid in de melk voorhanden zijnde, aanleiding geeft tot de stremming van de overige kaasstof.

Laat men nu versche melk aan de lucht staan, dan kan er een geruime tijd verloopen, alvorens zij zuur wordt, en wel omdat dan de lucht alleen met de bovenste oppervlakte der vloeistof in aanraking is; langzamerhand lost echter het water der melk een weinig lucht op en nu kan de kaasstof in ontbinding overgaan en tot de verandering van melksuiker in melkzuur aanleiding geven. Wordt de versche melk gekarnd, dan wordt het zuur worden bespoedigd, omdat daarbij veel lucht in de melk wordt opgelost; kookt men de melk dagelijks op, zoo kan men ze daarentegen lang goedhouden, omdat men dan telkens de lucht daaruit verjaagt.

Wanneer wij nog eens terug zien op hetgeen in het bovenstaande omtrent de bestanddeelen der dieren is medegedeeld, zullen wij ontwaren, dat het dierlijk ligchaam vrij wat stoffen van verschillenden aard bevat en zoowel onverbrandbare als verbrandbare. Wat de eersten aangaat, zij zijn weder dezelfden als die, welke in de plant en in den grond worden aangetroffen en zijn ook uit het plantenvoedsel afkomstig, wat door de dieren wordt genuttigd; zij zijn dus niet in het dierlijk ligchaam ontstaan, maar hebben alleen eene verplaatsing ondergaan van den grond in de planten en van de planten in het dierlijk ligchaam.

Wat verder de verbrandbare stoffen betreft, wij moeten hieromtrent hetzelfde aanmerken, wat in een vroeger hoofdstuk over de bestanddeelen der planten is medegedeeld, namelijk, dat slechts een betrekkelijk klein aantal grondstoffen tot den opbouw daarvan medewerkt. Het zijn hoofdzakelijk de koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof, die het verbrandbare deel des ligchaams helpen zamenstellen, terwijl kleine hoeveelheden zwavel en phosphorus in sommige bestanddeelen daarvan voorkomen.

Wij kunnen ook hier een onderscheid maken tusschen *stikstofhoudende* en *stikstofvrije* stoffen. Tot de eersten behooren de lijmgevende en de eiwitachtige stoffen; tot de laatsten vet, melksuiker, boter. Wij behouden ons voor, deze zelfstandigheden in een volgend hoofdstuk uit het oogpunt van de voeding te beschouwen, maar willen dit hoofdstuk besluiten met een kort woord tot opheldering van het begrip der eiwitachtige stoffen, waarvan boven zoo menigmaal melding werd gemaakt.

Het wit van het ei der vogelen bevat eene stof in water opgelost,

die eene ruime hoeveelheid stikstof bevat en onder de rij der voedingsmiddelen eene eerste plaats bekleedt. In het vleesch en het bloed treft men, zoo als wij zagen, een bestanddeel aan, dat vezelstof wordt genoemd, terwijl de melk nog eene andere stikstofhoudende zelfstandigheid bevat, die in voedend vermogen het eiwit en de vezelstof nabij komt en kaasstof wordt geheeten.

Al deze verschillende stoffen, eiwit, vezelstof (uit vleesch en bloed), kaasstof worden onder één algemeenen naam van eiwitachtige stoffen begrepen, en wel daarom, omdat zij onderling de grootste overeenkomst hebben. Zij bestaan alle uit ongeveer dezelfde hoeveelheden koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof, en wat meer is, zij kunnen in het ligchaam opgenomen wordende, zonder veel verandering in elkander overgaan. De zuigeling verkrijgt kaasstof als voedsel en moet daarvan vezelstof en eiwit voor het vleesch en bloed vormen, en aan den anderen kant wordt bij het vrouwelijk geslacht uit de vezelstof en het eiwit van het bloed, kaasstof gevormd. Uit eiwit wordt bij de uitbroeijing van het kuiken vezelstof gevormd; en eene voeding met eijeren kan tot het ontstaan van spiervezel aanleiding geven, kortom de overgang van de eene eiwitachtige stof in de andere is in het dierlijk ligchaam uiterst gemakkelijk te bewerkstelligen. Van hoeveel gewigt deze omstandigheid is, zal later blijken, maar wij moeten hier nog opmerken, dat geene andere stikstofhoudende stof uit het planten- of dierenrijk, als voedsel genuttigd, diezelfde verandering in eiwitachtige stof kan ondergaan, waardoor reeds dadelijk de onmisbaarheid van die hoogst merkwaardige stoffen voor het leven als naaste gevolg kan worden afgeleid.

A. C. OUDEMANS, JR.

IX.

VOEDING DER DIEREN.

Het ligchaam van den mensch en van de dieren is aan eene gestadige verandering onderhevig, welke een voortdurend verlies van een deel zijns eigen ligchaams ten gevolge heeft, maar tevens eene noodzakelijke voorwaarde is voor de instandhouding van het leven en ons een bewijs geeft voor de stelling, die reeds in een der vorige hoofdstukken werd geuit: *leven is beweging.*

Door de werkzaamheid van spieren en zenuwen slijten gedurig de weefsels af, waaruit het ligchaam is opgebouwd; bij elke uitademing gaat een gedeelte van zijne bestanddeelen in de lucht over, terwijl de uitwaseming en de uitscheiding van stoffen langs andere wegen zamenwerken, om het ligchaam te slopen en in omvang te doen verminderen.

Om het verlies te vergoeden, dat langs die verschillende wegen wordt geleden en om de levenswerkzaamheid te onderhouden, moet door den mensch en het dier steeds eene zekere hoeveelheid voedsel worden genuttigd en wel zoodanig voedsel, dat na eene verwerking in de maag en ingewanden geschikt is, om die stoffen te vervangen, welke uit het ligchaam zijn verwijderd geworden.

Gedurende het eerste tijdvak des levens wordt daarenboven veel voedsel gebruikt om het ligchaam in grootte te doen toenemen: immers nooit komt een dier volmaakt ter wereld, maar het moet een geruimen tijd doorleven, voordat het tot een volkomen trap van ontwikkeling is gekomen. Is het éénmaal zoover gevorderd, is het *volwassen*, zoo zal het doorgaans weinig of niet meer groeijen en in gewigt vermeerderen. Somtijds evenwel kan het toch na dien tijd in omvang toenemen; een verschijnsel, dat bij den mensch zeer dikwijls wordt waargenomen en bij de dieren veelal naar willekeur kan worden te voorschijn geroepen.

Deze verandering in omvang, die somtijds het eenige doel van den landbouwer is bij het houden van vee, is van vele omstandig-

heden afhankelijk, maar staat vooral in verband met den aard en de hoeveelheid van het voedsel, wat door een dier wordt gebruikt, met de leefwijze die het volgt, met het ras van het dier enz.

Om dit alles goed in te zien, moet men eenig begrip hebben van de wijze, waarop de voeding van menschen en dieren plaats grijpt en welke de vereischten zijn van een goed en krachtig voedsel. Wij willen trachten, daaromtrent in de volgende bladzijden het een en ander mede te deelen.

I. *De voeding der dieren.*

Wanneer wij de groote reeks van voedingsmiddelen overzien, waarover de mensch en het dier kunnen beschikken, dan treffen wij daarvan eene verbazend groote verscheidenheid aan, en, niettegenstaande dat, zien wij toch uit de schijnbaar meest verschillende stoffen dezelfde soort van bestanddeelen des ligchaams ontstaan. Wanneer men het vleesch van de koe en dat van den leeuw met elkander vergelijkt, zoo zal men daarin geen onderscheid bespeuren en, zoo als wij in het voorgaande hoofdstuk aantoonden, is de zamenstelling van beiden dan ook nagenoeg dezelfde. Evenwel verkrijgt de koe niets dan plantenvoedsel, terwijl vleesch, vet en beenderen het eenige voedsel der wilde dieren uitmaken. Wij kunnen hieruit dus reeds afleiden, dat in deze, uiterlijk zoo zeer verschillende voedingsmiddelen toch zelfstandigheden worden aangetroffen, die met elkander in zekere mate overeenkomen, en die tot de vorming van dezelfde ligchamelijke bestanddeelen dienstig zijn; maar tevens zal iedereen ligtelijk inzien, dat deze zoo uiteenloopende stoffen, plantaardige en dierlijke, in het ligchaam eene geheel verschillende bewerking moeten ondergaan, om juist dezelfde stoffen op te leveren. En inderdaad zien wij dan ook bij de dieren, van welke hier sprake is, een merkbaar verschil in de inrigting der spijsverteringswerktuigen, dat juist in verband staat met den aard van het voedsel, wat door elk dier wordt genuttigd.

Het maaksel van dezen toestel is evenwel in de hoofdzaak hetzelfde; wij willen daarom als voorbeeld het darmkanaal en de spijsvertering van den mensch in korte trekken schetsen en zullen daarbij telkens aanstippen, in hoeverre die bij andere diersoorten daarvan afwijken. Vestigen wij een blik op nevensstaande figuur, die de voornaamste deelen voorstelt[1], welke bij de verwerking van het voedsel eenige rol spelen, dan zien wij vooreerst bij *a* den slokdarm, die uitkomt in de maag *b*, een eenigzins langwerpigen zak, die plat

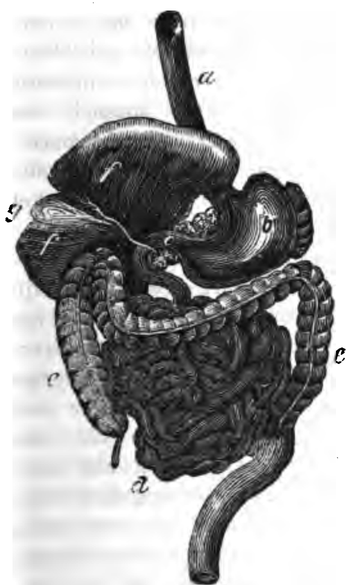


Fig. 37.

ligt; bij *c* gaat deze maag door den zoogenaamden portier in de dunne darmen *d* over, die eene aanmerkelijke lengte hebben (bij den leeuw driemaal, bij den ram twintigmaal en bij den mensch zesmaal de lengte van het ligchaam). Deze komen op hunne beurt in de dikke darmen *e* uit, welke als het laatste gedeelte van het darmkanaal, met den aars eindigen. Tevens moeten wij nog hier doen opmerken den lever *f*, waardoor de gal wordt afgescheiden, die in den galblaas *g* uitkomt, en zich van daar in de dunne darmen uitstort.

Ziedaar dan den toestel, waarin de spijzen die veranderingen moeten ondergaan, welke ze tot de voeding van het ligchaam geschikt zullen maken. Gaan wij thans na, wat er met het voedsel gebeurt gedurende den togt door dit darmkanaal.

Wanneer het vaste voedsel in den mond is gebragt, wordt het bij de meeste zoogdieren eerst door middel van tanden en kiezen fijn gemaakt en tevens innig vermengd met speeksel, eene slijmerige vloeistof, die door eenige klieren wordt afgescheiden, van welke er zich twee onder de tong, twee achter in de keel en twee nabij de ooren bevinden (zoogenaamde *speekselklieren.*) Deze laatstgenoemde bewerking is van veel gewigt voor eene goede en spoedige spijsvertering; want hoe fijner de spijzen zijn verdeeld, hoe beter ze worden verteerd. Het speeksel oefent tevens eene eenigzins ontbindende werking op enkele voedingstoffen uit en maakt het slikken gemakkelijk. De vloeibare voedingsmiddelen, zoo als water, enz. hebben deze voorafgaande bewerking niet noodig, maar worden dadelijk door inslikken in de maag overgebragt.

Zoo als bekend is, zijn de vogels met geene tanden toegerust en het voedsel wordt dus ingeslikt, zoo als het zich voordoet; maar dit gemis wordt daardoor vergoed, dat het voedsel eerst in den krop



Fig. 38.
a krop, *b* spiermaag, *c* slokdarm, *d* lever, *e* galblaas, *f* dunne darmen, *g* dikke darm, *h* een gedeelte van den eijerleider, *i* aars.

(zie Fig. 38 *a*) gebragt wordt, waar het eenigen tijd aan de werking van het speeksel wordt blootgesteld, en vervolgens in eene spiermaag *b*, die somtijds, en vooral bij de graanetende vogels, eene krachtige zamentrekkende beweging heeft en daardoor het voedsel als ware het fijn maalt.

Wanneer de spijzen zijn gekaauwd en met speeksel goed zijn doordrongen, geraken zij door het inslikken in de maag. Het is daar, dat de spijzen de meest gewigtige veranderingen ondergaan en, zoo niet geheel, dan toch voor het grootste deel, tot eene half vloeibare massa worden opgelost. Vroeger schreef men deze verandering toe aan eene eigenaardige zamentrekkende werking van de maag, waardoor het voedsel, als ware het, zou worden fijngemalen; maar later heeft een natuuronderzoeker bewezen, dat zij alleen moest worden gezocht in de ontledende werking van het maagsap, eene vloeistof, die gedurig, nu eens in meerdere, dan eens in mindere mate, door de wanden van de maag wordt afgescheiden. Hij toonde dit onder anderen daardoor aan, dat, wanneer hij op de eene of andere wijze maagsap van een dier verzamelde en dit met vleesch en andere spijzen in een glas mengde, binnen weinige uren het mengsel geheel in eene halfvloeibare zelfstandigheid was veranderd, overeenkomstig met die, welke men in de maag der dieren aantreft. Latere proeven hebben deze uitkomst nog nader bevestigd en men mag dus als zeker aannemen, dat bij de verandering van de spijzen in de maag het *maagsap* het werkende beginsel is.

Wij zagen boven, dat bij den mensch slechts ééne maag gevonden wordt; en dit is het geval bij de meeste andere zoogdieren; bij sommigen echter, wier voedsel uitsluitend uit plantaardige voortbrengselen bestaat, treffen wij, even als bij de vogels, meer dan ééne maag aan. Zoo vindt men bij de meeste herkaauwende dieren (waartoe onder anderen het rund en het schaap behooren) vier op elkander volgende magen, waarin het voedsel beurtelings eenigen tijd vertoeft. In nevenstaande figuur zijn deze magen voorgesteld, zoo als zij zich bij het schaap voordoen. Heeft het dier eene zekere hoeveelheid voedsel ingeslikt, zoo komt dit eerst in de *pens a*, daarna in de *netmaag* of *muts b* en wordt, nadat het daar eenigen tijd heeft vertoefd, door eene zamentrekkende beweging der maagwanden langs den slokdarm weder naar boven gedreven, zoodat het weder in den bek uitkomt. Nu wordt het voor de tweede maal gekaauwd, (herkaauwd) en geraakt, na het tweede inslikken in de *bladmaag* of *boekpens c* van waar het verder zijn weg naar de eigenlijke maag of *lebmaag* [1]) *d* voortzet, waarin het aan de krachtige werking van het maagsap wordt onderworpen.

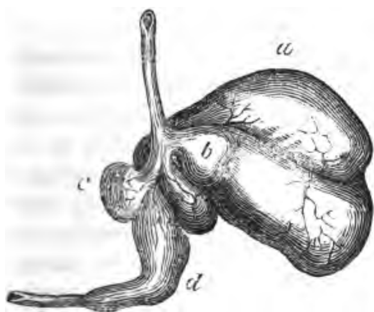


Fig. 39.

Wanneer het voedsel eenigen tijd in de maag heeft vertoefd, en daar in de zoogenaamde *spijsbrij* is overgegaan, wordt het door de regelmatig zamentrekkende beweging der maagwanden in de dunne darmen en van daar ten laatste in de dikke darmen overgebragt. Gedurende dien doortogt komt het in aanraking met het vocht, dat door de dunne darmen wordt uitgescheiden en met de gal en het alvleeschvocht, die zich in deze laatsten uitstorten. Onder den invloed van deze vochten wordt het verder veranderd en ontbonden, zoodat uit het oorspronkelijke voedsel ten slotte eene vrij gelijkvormige dikvloeibare zelfstandigheid is gevormd.

1) Het is de lebmaag der jonge kalveren, die, behoorlijk behandeld en toebereid, door den landbouwer tot het stremmen van de melk bij de kaasbereiding wordt gebruikt.

Terwijl deze zich al verder en verder van de maag verwijdert, verliest zij al meer en meer hare vloeibaarheid en wordt al vaster en vaster, tot dat zij ten laatste als voor het ligchaam onnutte stof daaruit wordt ontlast. Deze verandering wordt daardoor veroorzaakt, dat het vloeibare gedeelte der spijsbrij gedurende den doorgang door het darmkanaal op eene eigenaardige wijze wordt opgezogen door een aantal vezeltjes, die zich bij de meeste zoogdieren aan den binnenwand der darmen bevinden en wier werking eenigzins is te vergelijken met die van de wortels der planten.

Dit opgeslorpte gedeelte van het voedsel, eene witte, melkachtige vloeistof, die men met den naam van *chijl* heeft bestempeld, is bestemd, om tot onderhoud van het ligchaam te strekken; maar daartoe moet het eerst in het bloed worden overgebragt en eene reeks van veranderingen ondergaan, die voor de instandhouding van het leven van het hoogste gewigt zijn. Om ons een juist begrip hiervan te vormen, willen wij den weg vervolgen, dien dit voedingsvocht in het ligchaam doorloopt en vestigen de aandacht onzer lezers in de eerste plaats op nevensgaande figuur, waarin een stuk der dunne darmen (*a*) met de aangrenzende deelen zijn afgebeeld. De draadvormige ligchamen *b*, die langs den wand der dunne darmen ontspringen, hier en daar door grootere knoopen zijn afgebroken en te zamen een soort van netwerk vormen, zijn dunne buizen, welke met eene vrij groote snelheid het door de darmvlokjes opgezogene vocht tot zich nemen; zij worden *chijl-* of *melkvaten* genoemd en storten zich uit in ééne verzamelbuis, de *borst-* of *chijlbuis c*, die zich tot onder den schouder verlengt, en daar in de linker sleutelbeens-ader uitkomt.

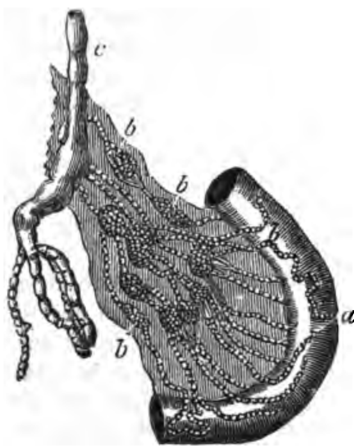


Fig. 40.

Wanneer nu het voedingsvocht uit de darmen in de chijlvaten is overgebragt, heeft het in den aanvang eene witte melkachtige kleur, en bevat eene ruime hoeveelheid eiwit; naarmate het evenwel zijn weg vervolgt, ondergaat het eene wezenlijke verandering; het wordt steeds armer aan eiwit en verkrijgt daarentegen een steeds hooger

gehalte aan vezelstof, zoodat het aan de lucht blootgesteld wordende, na eenigen tijd stolt; tevens verkrijgt het allengs eene roode kleur, zoodat het ten laatste aan de linker sleutelbeens-ader gekomen, als ware het onmerkbaar in bloed is overgegaan en van lieverlede naar de werktuigen van den bloedsomloop is overgebragt.

Eenmaal daarin aangekomen zijnde, wordt het als bloed met eene vrij groote snelheid door het ligchaam heen- en teruggevoerd, tot dat het ten laatste op eene of andere plaats des ligchaams wordt opgeslurpt en als vaste stof wordt nedergelegd.

De beweging van het bloed naar alle deelen des ligchaams is noodzakelijk, opdat deze laatsten voortdurend zouden kunnen gevoed worden; maar zal aan dit vereischte volkomen worden voldaan, zoo moet het bloed zelf, telkens nadat het ter voeding heeft gediend, eene zekere verandering ondergaan, waardoor het op nieuw dezelfde diensten kan verrigten.

Deze verandering bestaat daarin, dat het met de zuurstof der lucht in aanraking komt, ten einde daarvan iets op te nemen en daaraan die luchtvormige stoffen af te geven, die niet meer voor het ligchaam dienstig zijn en daarom niet langer, zonder nadeel voor de gezondheid, in het bloed kunnen blijven.

Aan deze vereischten wordt nu voldaan door de inrigting van die deelen, langs welke het bloed door het ligchaam stroomt.

Het werktuig, dat alles in beweging houdt en het bloed steeds voortstuwt, is *het hart* (Fig. 41)[1]) een vleeschachtige zak, die door een tusschenschot in twee helften of kamers is gedeeld, welke met elkander geene gemeenschap hebben en waaruit alle slagaderen en aderen ontspringen. Door eene eigenaardige zamentrekking perst het 't bloed steeds vooruit en deze beweging, het zoogenaamde *kloppen* van het hart, is zoo sterk, dat zij door iedereen gemakkelijk bij zich zelven kan worden bemerkt.

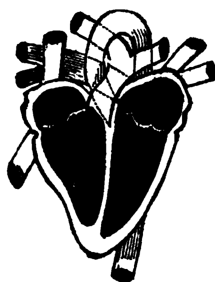


Fig. 41.
Het hart van den mensch overlangs doorgesneden.

Om het bloed overal heen te voeren, dienen een aantal buizen, die van het hart uitgaande, zich even als de stam van een boom splitsen en vertakken en ten laatste uitloopen in buisjes van eene zoo groote

1) Zie ook in Fig. 48 bij *b*.

fijnheid, dat zij met het bloote oog niet kunnen worden gezien, maar eene gelijkmatig roode kleur mede deelen aan de weefsels, waarin zij zich bevinden.

Van deze buizen zijn er twee soorten in het ligchaam voorhanden, namelijk de *aderen*, waardoor het bloed van de naar den omtrek gelegene deelen tot de regterkamer van het hart wordt gevoerd en de *slagaderen*, welke het bloed van de linkerkamer van het hart naar de omliggende gedeelten des ligchaams wegleiden. Beide stelsels van buizen hebben alleen aan hunne uiteinden met elkaar eenige gemeenschap en wel daardoor, dat de fijnste vertakkingen van beiden in elkander uitkomen en een net vormen van zoogenaamde *haarvaten*, die derhalve even goed gezegd kunnen worden tot de aderen als tot de slagaderen te behooren. Deze uiterst fijne vaatjes, die met het bloote oog niet zigtbaar zijn, maar met het vergrootglas vooral zeer gemakkelijk in het zwemvlies van een kikvorsch (Fig. 42) of het vleugelvlies van een vleêrmuis kunnen worden bespeurd, zijn als ware het, de bruggen, waarover het bloed van de slagaderen in de aderen overgaat. De beweging der bloedligchaampjes daarin is uiterst langzaam, omdat deze buisjes zelven uiterst naauw zijn en ook omdat de bloedstroom door de herhaalde vertakking der vaten zeer vertraagd wordt.

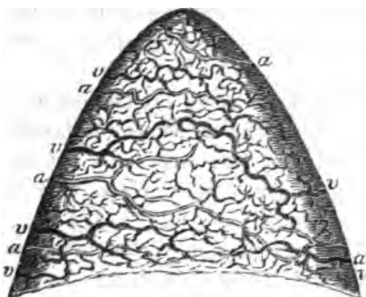


Fig. 42.
Een stuk van het zwemvlies van een kikvorsch eenige malen vergroot. *a a a* slagaderen *v v v* aderen.

De werktuigen eindelijk, dienende om het bloed met de zuurstof der lucht in aanraking te brengen, zijn de *longen*, (zie Fig. 43, *a*) twee vliezige zakken, die bij de zoogdieren in de borstholte hangen en met de luchtpijp in verband staan,

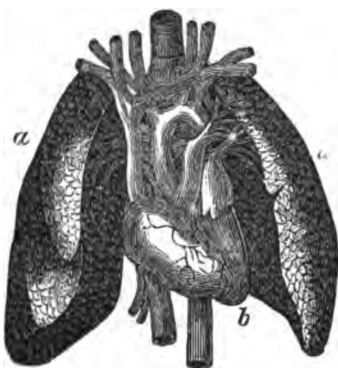


Fig. 43.

zoodat zij zich door de inademing met lucht kunnen vullen. In deze longen komen de zeer fijne haarvaten der longslagaderen en longaderen, wier wanden zoo dun zijn, dat het bloed met de lucht in aanraking komt en zuurstof daaruit kan opnemen, terwijl het koolzuur daaraan kan afgeven.

Door middel van de zoo even geschetste werktuigen beschrijft het bloed een voortdurenden kringloop; van den linkerkant van het hart wordt het gevoerd naar de uiterste deelen des ligchaams en komt in de haarvaten. Daar heeft de eigenlijke voeding der ligchaamsdeelen plaats, de dunne wanden toch der haarvaten zweeten gedurig eene vloeistof uit, die eene menigte voedende bestanddeelen bevat, en waardoor de weefsels des ligchaams steeds eene zekere vochtigheid bezitten. Dat vocht is het, hetgeen ten allen tijde de stoffen levert, waardoor de versletene en gebruikte weefsels zich kunnen herstellen. Het bloed, nu verder voor de voeding ongeschikt, verkrijgt, eene donkere bijna zwarte kleur en gaat door de haarvaten heen in de aderen over, die het naar de regterzijde van het hart en verder naar de longen voeren. Hier verspreidt het zich al weder in de fijne haarvaatjes, die de gemeenschap tusschen de longaderen en longslagaderen uitmaken, en die overal langs de oppervlakte der longblaasjes uitgespreid zijnde, door hunne dunne wanden luchtsoorten kunnen doorlaten, zonder echter vocht uit te storten. Door deze haarvaten komt het bloed met zuurstof van de ingeademde lucht in aanraking, neemt daarvan een deel op, en verkrijgt daardoor weder eene helder roode kleur, maar ontlast zich tevens van eene zekere hoeveelheid koolzuur en waterdamp, die door eene beurtelingsche uitzetting en inkrimping van de borstholte telkens worden uitgeademd, om bij eene volgende inademing voor versche lucht plaats te maken. Aldus voortgaande geraakt het bloed ten laatste in de longslagaderen en begeeft zich weder naar den linkerkant van het hart, om van daar weêr op nieuw tot de voeding van alle ligchaamsdeelen te worden uitgezonden.

Maar terwijl aan den eenen kant het bloed het vermogen heeft, door het vormen van nieuwe weefsels alle ligchaamsdeelen te voeden, vermag het aan den anderen kant, uit alle weefsels stoffen op te lossen en op die wijze het ligchaam in omvang te doen verminderen. Deze beide, in zeker opzigt tegenstrijdige, werkingen hebben gedurende het geheele leven onafgebroken plaats. Telkens worden door het bloed oude weefsels opgeslorpt en nieuwe daarvoor in de plaats gebragt; geen oogenblik kan het ligchaam hetzelfde blijven;

het verkeert in eene gedurige wisseling van stof; dezelfde beenderen, die heden het ligchaam steunden, hebben na eenige maanden allengs voor geheel nieuwe plaats gemaakt; dezelfde hand, die men heden rondvoert, is over eenigen tijd geheel opgelost en weggevoerd; maar zij is allengs door eene andere vervangen en zoo onmerkbaar, dat men er niets van bespeurt.

Heeft nu de opslorpende werking van het bloed onder *alle omstandigheden* plaats, zoo zal zij vooral merkbaar worden, wanneer aan het ligchaam gedurende eenigen tijd het noodige voedsel wordt onthouden. Immers het is bekend, hoe verbazend snel een mensch of dier onder die omstandigheden vermagert en hoe spoedig de diepe trekken van zijn ingevallen gelaat het bewijs leveren, dat ook daar stof wordt weggenomen, stof, die bij vernieuwd voedsel, weêr spoedig kan worden hersteld.

Uit het bovenstaande hebben wij kunnen opmaken, dat, bij de verandering van het bloed in de longen, de zuurstof der lucht eene hoofdrol speelt en dat hare aanwezigheid een noodzakelijk vereischte is voor de onderhouding van de ademhaling en dus ook voor de instandhouding van het leven.

Reeds vroeger (zie hoofdstuk I) maakten wij hierop met een enkel woord opmerkzaam en wezen wij op het hooge belang van eene gedurige luchtverversching voor de gezondheid van menschen en dieren. Wij zijn nu in staat ons van het vroeger medegedeelde volkomen rekenschap te geven; immers wij hebben aangetoond, dat bij de ademhaling zuurstof door het bloed wordt opgeslorpt, terwijl voortdurend koolzuur wordt uitgeademd. In een volkomen gesloten vertrek, waar zich een mensch of een dier bevindt, zal dus de lucht voortdurend armer aan zuurstof en rijker aan koolzuur worden en ten laatste zoodanig met deze laatste luchtsoort zijn bezwangerd, dat het verblijf daarin met den dood eindigt. [1])

Maar is deze hoeveelheid uitgeademd koolzuur dan zoo groot? Zoo ja, hoe komt het dan, dat men bij een langdurig verblijf in een vertrek zelden eenige onaangename gewaarwordingen of nadeeligen invloed op de gezondheid ontwaart?

Als antwoord op de eerste vraag willen wij de uitkomsten mededeelen van eenige proeven, die men heeft genomen, om de hoeveelheden koolzuur te leeren kennen, die door den mensch op

---

1) Wij herinneren hier, dat reeds een gehalte van 2 procent koolzuur in de lucht, nadeelig op de gezondheid van den mensch kan werken.

verschillende tijden van het leven en door eenige dieren in een zeker tijdsverloop wordt uitgeademd. De hoeveelheid zuurstof die wordt vereischt om dit koolzuur ten koste van de bestanddeelen des bloeds te vormen, is in maat juist gelijk aan de hoeveelheid koolzuur, die wordt afgegeven.

Hoeveelheid koolzuur in 24 uren uitgeademd

door een man van 35 jaren	409	Ned.	kan.
" " soldaat van 28 jaren	447	"	"
" " jongeling van 16 jaren	418	"	"
" " meisje van 19 jaren	309	"	"
" " knaap van 9½ jaren	248	"	"
" " meisje van 10 jaren	234	"	"
" " grijsaard van 102 jaren	264	"	"
" " paard	4596	"	"
" eene koe	4112	"	"

Men ziet dat deze hoeveelheden niet alleen merkbaar, maar zelfs zeer aanzienlijk zijn.

Wat aangaat de tweede vraag, die wij boven opperden, daaromtrent moet worden aangemerkt, dat in een gewoon vertrek, hoe goed wij het ook mogen sluiten, toch voortdurend versche lucht door de reten van deuren en vensters kan binnendringen en wel in zoo groote hoeveelheid, dat daardoor de lucht in het vertrek doorgaans genoegzaam wordt ververscht; van daar dat het langdurig verblijf daarin geene nadeelige gevolgen na zich sleept. Sloot men alle reten van deuren en vensters *geheel* digt (b. v. door ze met papier te beplakken), zoo zou men naauwelijks eenige uren daarin zonder nadeel voor de gezondheid kunnen verblijven.

Wij moeten hier opmerkzaam maken op een verschijnsel, dat met de voeding en ademhaling in het naauwste verband staat en in zeker opzigt als een gevolg daarvan kan worden beschouwd, namelijk op het ontwikkelen van warmte door het dierlijk ligchaam. Alle dieren hebben eene eigene warmte; maar deze is bij de eene diersoort meer, bij de andere minder merkbaar. Van waar zij afkomstig is, hoe zij ontstaat, is niet moeijelijk te beantwoorden, wanneer wij in het oog houden, wat bij eene vroegere gelegenheid (hoofdstuk I) over de verbranding en de verbinding van twee stoffen met elkander is medegedeeld. Daarbij toch toonden wij aan, dat bij elke vereeniging van twee stoffen warmte ontstaat en dat onder anderen de verbranding, die met eene sterke ontwikkeling van warmte gepaard gaat, niets anders is dan eene vereeniging van

de brandbare ligchamen met de zuurstof uit de lucht. De ademhaling der dieren nu is een dergelijk verschijnsel, eene soort van langzame verbranding, waarbij de stoffen in het bloed met de zuurstof der lucht worden verbonden en dus noodzakelijk eveneens daarbij eene zekere hoeveelheid warmte moeten ontwikkelen, en des te meer, naar mate de ademhaling sneller plaats grijpt. Vandaar, dat bij de vogels het bloed veel warmer is dan bij de zoogdieren, terwijl deze weêr een veel hoogeren warmtegraad bezitten dan de kruipende dieren, zoo als de kikvorschen en hagedissen, die voor ons gevoel kil en koud zijn. Merkwaardig is het, dat deze warmtegraad voor een zelfde dier onder gewone omstandigheden nagenoeg dezelfde blijft, hoezeer ook de lucht en het water, die het omringt, nu eens kouder, dan eens warmer zijn; eene zaak, die voor de leer der voeding van veel belang is.

Wij hebben getracht, in het bovenstaande eene kleine schets te geven van de wijze, waarop het voedsel in het ligchaam wordt opgenomen en verwerkt, en van de veranderingen, die het ondergaat, voordat het geschikt is, om een bestanddeel daarvan uit te maken. Wij moeten nu overgaan tot eene geheel andere beschouwing, en de aandacht onzer lezers vestigen op de verschillende wegen, langs welke het ligchaam allengs een gedeelte zijner bestanddeelen verliest en van die stoffen wordt bevrijd, welke daarin, zonder nadeel voor de gezondheid, niet kunnen blijven.

Enkele van die wegen hebben wij reeds besproken; immers wij zagen, dat de ademhaling steeds met het verlies van eene aanzienlijke hoeveelheid koolzuur gepaard gaat, terwijl wij, den loop van het voedsel in het darmkanaal volgende, aantoonden, dat een deel daarvan als onnutte stof in den vorm van vaste uitwerpselen uit het ligchaam wordt verwijderd. Behalve deze verliezen komen hier nog diegene in aanmerking, welke een gevolg zijn van de zoogenaamde uitwaseming en van de afzondering van sommige stoffen uit het bloed door de werking der klieren. Door de uitwaseming vooral verliest het ligchaam eene groote hoeveelheid water in den vorm van damp, eene hoeveelheid, die velen ongeloofelijk zal schijnen, omdat ze zoo onmerkbaar verdwijnt, maar die intusschen dikwijls vijf achtsten bedraagt van de totale verliezen, die het ligchaam van den mensch en de dieren ondergaat. Deze uitwaseming wordt door geene bijzondere werktuigen in het ligchaam verrigt, maar

heeft over de geheele oppervlakte daarvan plaats; zij is een gevolg daarvan, dat geen der weefsels van het dierlijk ligchaam geheel ondoordringbaar is voor vocht, zoodat de maagwanden en de darmen naar buiten steeds eene zekere hoeveelheid daarvan doorlaten, die door het vleesch heen steeds verder en verder gaat en ten laatste aan de oppervlakte van het ligchaam gekomen, door de warmte daarvan wordt verdampt en aldus bijna onmerkbaar wordt verwijderd.

Geheel anders is het met de afscheiding van vochten door middel van klieren. Daarbij heeft eene vrij zamengestelde werking plaats, waarbij uit het bloed steeds zeer verschillende vochten worden gemaakt, die gedeeltelijk in het ligchaam blijven en tot bepaalde doeleinden moeten dienen, gedeeltelijk ook uit het ligchaam worden verwijderd. De werktuigen, waardoor deze afscheiding plaats heeft, zijn *de klieren* zelve, die in verschillende gedaanten en vormen kunnen voorkomen, maar doorgaans bestaan uit een onnoemelijk aantal zamengevoegde buisjes of zakjes, die uiterst klein zijn, en een uitweg hebben, langs welke de vochten kunnen wegvloeijen, die zij voortdurend opslorpen. Aan sommige klieren is buitendien nog eene vergaderplaats verbonden, waar zich de afgescheidene vochten kunnen verzamelen en eenigen tijd blijven, alvorens zij uit het ligchaam worden verwijderd. Als voorbeelden daarvan noemen wij onder anderen de galblaas, de pisblaas en de zaadblaasjes.

Wat nu aangaat de werking dezer klieren, wij zijn daaromtrent tot nog toe geheel onkundig; alleen dit weet men, dat in elke klier fijne slagaderen en aderen instroomen, die door middel van haarvaatjes met elkaar in verband staan en dat deze haarvaatjes vocht doorlaten, dat door de fijne klierbuisjes of klierzakjes wordt opgeslorpt. Maar hier houdt onze kennis op; hoe de werking der klieren plaats heeft, weet men niet, en evenmin kan men bevroeden, hoe het mogelijk is, dat uit hetzelfde vocht (het bloed) door de eene klier (de lever) gal, door eene andere (de speekselklieren) speeksel, door eene derde (zweetkliertjes) zweet, door eene vierde (de nieren) pis wordt afgezonderd. Dit zijn zaken, waarvoor 's menschen geest stilstaat, en die welligt eerst in het vervolg van tijd binnen het bereik van zijn begrip zullen komen, maar die hem met eerbied en bewondering moeten vervullen voor de wijsheid van den Schepper aller dingen, die zelfs in zijne kleinste werken zigtbaar is.

II. *Het voedsel der dieren.*

Zoo als wij reeds in den aanvang van dit hoofdstuk opmerkten, heeft het opnemen van voedsel door den mensch en de dieren ten doel, vooreerst om gedurende het eerste tijdperk des levens den omvang van het ligchaam te vermeerderen en ten tweede, om de verliezen aan te vullen, die dit langs verschillende wegen voortdurend ondergaat. Wij hebben ons tot nog toe alleen bezig gehouden met de wijze, waarop dit voedsel wordt verbruikt, maar moeten nu onze beschouwingen uitstrekken over het voedsel zelf en stellen ons voor, in het volgende na te gaan, welke de geaardheid en zamenstelling van het voedsel moeten zijn in verband tot het onderhoud van het leven.

Op de vraag: "hoedanig moet het voedsel zijn;" kan geen algemeen antwoord worden gegeven. De leefwijze en de bouw van den mensch en de dieren wijkt zeer van elkaar af en naar gelang van deze zal elk dier zijn voedsel moeten inrigten. De verscheurende dieren voeden zich uitsluitend met vleesch, vet en beenderen. Wilde men denzelfden leefregel op eene koe toepassen, zoo zou haar geheele gestel daartegen opkomen en noodzakelijk daaronder moeten lijden en omgekeerd zou een leeuw bij een overvloed van gras en hooi niet in de mogelijkheid zijn, zijn honger te stillen. Maar niettegenstaande dit schijnbaar groote verschil in het voedsel bij onderscheidene diersoorten, bestaat er tusschen de bestanddeelen daarvan meer overeenkomst dan men zou denken, eene overeenkomst, waaruit voldoende wordt verklaard, hoe uit plantaardige en dierlijke zelfstandigheden ten slotte dezelfde stoffen: vleesch, bloed, vet en beenderen worden gevormd.

Om onze lezers hiervan volkomen te overtuigen, willen wij een blik slaan op de voedingsmiddelen, die den mensch en de dieren ten dienste staan. Meestal beschouwt men deze uit een geheel verkeerd oogpunt en meent men, dat een groot verschil in smaak en uiterlijk voorkomen met een groot verschil in zamenstelling gepaard gaat. Voor de beoordeeling van het voedend vermogen der dierlijke en plantaardige voortbrengsels hebben deze beide omstandigheden intusschen bijna in het geheel geene waarde en het komt hier alleen aan op den aard en de betrekkelijke hoeveelheid der bestanddeelen, die zij bevatten. Wij hebben deze in eenige vorige hoofdstukken reeds leeren kennen (hoofdstuk V en VIII) en daarbij als bestanddeelen, van de planten de volgende stoffen opgenoemd:

water, celstof, suiker, eiwitachtige stoffen, vetten, vlugtige oliën, harsen, planten-zuren, kleurstoffen en onverbrandbare stoffen of zouten. Van deze zijn er enkelen, die uit het oogpunt der voeding van minder belang zijn, omdat zij niet bepaald voor het levensonderhoud der dieren noodig zijn en daarenboven in zoo geringe hoeveelheid voorkomen, dat zij, als ware het, wegvallen bij de hoeveelheid der overige meer algemeene bestanddeelen, die het plantenrijk oplevert. Als de zoodanige minder belangrijke stoffen noemen wij: de vlugtige oliën, harsen, planten-zuren en kleurstoffen.

De overigen, die meer bepaald onze aandacht verdienen, zijn dan de volgenden:

Water,
Zetmeelachtige stoffen (zetmeel, suiker, celstof),
Eiwitachtige stoffen,
Vetten,
Onverbrandbare stoffen.

Stellen wij daartegenover de hoofdbestanddeelen van het dierlijk ligchaam, zoo als zij in de volgende regels zijn bijeen gesteld:

Water,
Eiwitachtige stoffen,
Lijmgevend weefsel,
Vetten,
Onverbrandbare stoffen,

dan zien wij, dat een groot deel der bestanddeelen van het dierlijk ligchaam met die der planten overeenkomt; en dat alleen het lijmgevend weefsel aan de dieren eigen is, zetmeelachtige stoffen daarentegen alleen in de planten worden aangetroffen.

Zijn nu al deze stoffen, zoowel plantaardige als dierlijke voor de voeding onmisbaar, of kan men met ééne enkele volstaan? Ziedaar eene vraag, die ons door de ondervinding volkomen wordt beantwoord. Deze toch heeft geleerd, dat geene der genoemde plantaardige of dierlijke stoffen op zich zelve het leven kan onderhouden. Honden, die met enkel lijm werden gevoed, stierven na korten tijd; vogels, die enkel eiwit of enkel suiker tot hun voedsel verkregen, bezweken reeds na eenige weken, en zoo zouden wij nog eene menigte dergelijke voorbeelden kunnen bijbrengen.

Een gemengd voedsel is dus, blijkens de ondervinding, voor elk dier noodzakelijk en de stoffen, die daarin voorhanden moeten wezen, zijn voor de plantetende dieren en den mensch, de volgenden: water, eiwitachtige stoffen, vetten, zetmeelachtige stoffen en onverbrandbare

zelfstandigheden, terwijl de vleeschetenden [1]) daarentegen de zetmeelachtige stoffen kunnen ontberen.

Geene der opgenoemde stoffen kan overigens worden gemist en de reden daarvan kan men voor een deel althans gemakkelijk inzien. Men weet, dat door de afscheiding der pis steeds aan het ligchaam eene ruime hoeveelheid vaste stoffen worden ontvoerd, (bij den mensch ongeveer 70 wigtjes in de 24 uren), deels onverbrandbare, deels verbrandbare zelfstandigheden, van welke inzonderheid de laatsten uit de eiwitachtige stoffen der weefsels zijn gevormd.

Eene onthouding van eiwitachtige stof aan het ligchaam, zal dus daaraan de gelegenheid ontnemen, om die verliezen te herstellen en eene vermagering der spieren, en ten laatste den dood ten gevolge hebben; want geene andere stoffen, dan eiwitachtige, kunnen diezelfde zelfstandigheden in het ligchaam doen ontstaan, terwijl bij gebrek aan onverbrandbare stof vooral het geraamte zal worden aangetast en in zijnen ondergang het geheele ligchaam zal medeslepen.

Dezelfde beschouwing is van toepassing op het water; het is ons uit een vroeger hoofdstuk bekend, dat sommige deelen des ligchaams, vooral vleesch en bloed, voor ten minsten drie vierden uit water bestaan; dat water dringt gemakkelijk door de weefsels heen, het wordt allengs door verdamping of uitwaseming uit het ligchaam verwijderd, en moet telkens worden hersteld; van daar de behoefte van het ligchaam aan water, die zich bij elk dier, vooral bij onthouding, zoo levendig laat gevoelen.

Wat nu het vet betreft, niemand zal aarzelen, ook daaraan eene gewigtige plaats onder de bestanddeelen des ligchaams toe te kennen. De hersenen bestaan daaruit voor een groot deel en overal tusschen de andere weefsels wordt het aangetroffen; zal dus een voedsel aan de vereischten voldoen, zoo zullen daarin ook zelfstandigheden moeten zijn, die vet kunnen vormen. Een ieder zal wel geneigd zijn te gelooven, dat hiertoe geene stof beter geschikt is, dan vet zelf. En inderdaad is die meening ook geheel overeenkomstig met de ondervinding; want *vet* geeft *vet*. Maar er zijn ook nog andere zelfstandigheden, die, in het ligchaam gebragt zijnde, in vet kunnen overgaan en deze zijn voornamelijk de zoogenoemde

---

1) Onder vleeschetende dieren verstaan wij alleen die, welke uitsluitend dierlijk voedsel nuttigen.

suiker- of zetmeelachtige stoffen, alzoo zetmeel, gom, suiker, celstof, enz. Maar daartoe is ééne omstandigheid noodig, namelijk de aanwezigheid van eene kleine hoeveelheid vet. Zetmeel *alleen* zonder vet kan ter vetmesting niet dienen, zoo als uit eenige proeven, met ganzen genomen, gebleken is, terwijl daarentegen hetzelfde voedsel, in tegenwoordigheid van eene geringe hoeveelheid vet, deze dieren binnen korten tijd, om zoo te zeggen, in vetklompen veranderde. Blijkt hieruit aan den eenen kant genoegzaam, dat eene *geringe* hoeveelheid vet onmisbaar is, zoo vloeit tevens aan den anderen kant duidelijk uit het gezegde voort, dat de zetmeelachtige stoffen tot den opbouw van het ligchaam kunnen medewerken, in zoo verre zij de vorming van vet kunnen bevorderen, eene zaak, waarop vooral bij het vetmesten ter dege moet worden gelet.

Wanneer dus varkens vet worden bij het gebruik van karnemelk en aardappelen, is dit niet alleen aan het vet van de karnemelk toe te schrijven, want de hoeveelheid daarvan is uiterst gering; maar het is het zetmeel der aardappelen, dat, bij aanwezigheid van die kleine hoeveelheid vet, zelf daarin overgaat.

Voornamelijk vervullen echter de zetmeelachtige stoffen te dien opzigte eene gewigtige rol, dat zij, even als het vet, bij hare rondvoering in het ligchaam, eene reeks van veranderingen kunnen ondergaan, die ten slotte met de vorming van koolzuur en water eindigen, zoodat zij mede werkzaam kunnen zijn, om een deel van de verliezen te herstellen, die het ligchaam voortdurend ondergaat, en wel voornamelijk die, welke een gevolg zijn van de ademhaling en uitwaseming.

Uit het zoo even gezegde moet men evenwel niet de verkeerde gevolgtrekking maken, dat alleen de zetmeelachtige stoffen de eenige bronnen van het koolzuur en het water bij de ademhaling zouden wezen; integendeel: alle verbrandbare stoffen uit het voedsel kunnen de ademhaling der dieren onderhouden, ook de eiwitachtige stoffen en het lijmgevend weefsel; maar bij gelijktijdige aanwezigheid van veel zetmeelachtige stoffen schijnen deze *bij voorkeur* in producten der ademhaling te worden ontleed. Dit blijkt ook genoegzaam daaruit, dat de verscheurende dieren, die geen zetmeel, suiker of celstof nuttigen, toch de ademhaling onderhouden en dit doen ten koste van het vet en het vleesch, waarmede zij bijna uitsluitend worden gevoed.

Vatten wij nogmaals in korte woorden zamen, wat in het

bovenstaande is uiteengezet, dan komt dit hoofdzakelijk hierop neêr, dat de plantetende dieren voor hun voedsel behoeven: *water*, *eiwitachtige stoffen*, *vet*, *zetmeelachtige stoffen* en *onverbrandbare stoffen*.

Tot hetzelfde besluit zouden wij gekomen zijn, wanneer wij de natuur zelf hadden geraadpleegd, die in de melk der zoogdieren het eerste voedsel voor het jonge dier heeft toebereid. Immers in deze vinden wij juist al de noodige stoffen vereenigd; geen enkele ontbreekt er aan; uit de kaasstof zal het jonge dier spieren en bloed vormen; de onverbrandbare stoffen zullen voornamelijk zijn geraamte doen aangroeijen en het vet, de melksuiker en het water zullen aanvullen wat er nog ontbreekt en tot de werkzaamheid der levensverschijnselen het hunne toebrengen. En merkwaardiger wijze ontbreekt ook juist in de melk der vleeschetende dieren de melksuiker, de vertegenwoordiger der zetmeelachtige stoffen, die in het voedsel der volwassene dieren van dezelfde soort niet worden aangetroffen.

Hetgeen wij tot dusverre mededeelden betrof alleen den aard van de bestanddeelen des voedsels,[1]) maar niet minder gewigtig is de hoeveelheid van elk der opgenoemde stoffen, die een dier voor zijn onderhoud noodig heeft.

Voorzeker zou het zeer wenschelijk zijn, ook uit een praktisch oogpunt, wanneer men daaromtrent zekere gegevens had en voor elk soort van dier eene bepaalde hoeveelheid gemengd voedsel kon aangeven. Intusschen zijn daaromtrent met betrekking tot de dieren slechts zeer weinig proeven genomen en alleen omtrent de voeding van den mensch heeft men tamelijk zekere uitkomsten verkregen.

Men moet hierbij evenwel goed in het oog houden, dat de hoeveelheid voedsel, die voor een dier vereischt wordt, niet onder alle omstandigheden dezelfde kan zijn en dat dus de verkregene cijfers slechts in een bepaald geval eenige waarde bezitten. En dit zal ons genoegzaam blijken, wanneer wij de omstandigheden nagaan,

1) Wij hebben in de vorige bladzijden niet over de toebereiding van het voedsel gehandeld; omdat wij meenden, dat elkeen bij ondervinding weet, dat ook deze en vooral het koken der spijzen van veel gewigt is voor eene gemakkelijke en goede spijsvertering. Maar is dit voor den mensch het geval, zoo is het niet minder waar voor de dieren, en van daar, dat het koken van moeijelijk verteerbare of harde zelfstandigheden in het veevoeder zulke uitmuntende uitkomsten heeft opgeleverd en zooveel aanbeveling verdient.

die op de levensverschijnselen, op de stofwisseling en dus ook op de hoeveelheid voedsel eenigen invloed kunnen uitoefenen.

Vooreerst is het bewezen, dat het ras hierbij een voorname bron van verschil oplevert. Twee schapen van denzelfden ouderdom en dezelfde grootte, maar van verschillend ras zullen somtijds eene zeer verschillende hoeveelheid van hetzelfde voedsel behoeven; een feit, dat genoeg door menigen landbouwer is ondervonden en ook menigmaal tot zijn voordeel kan worden aangewend.

Vervolgens staat de ouderdom van het dier in een zeer naauw verband met het voedsel, wat het behoeft. Een volwassen mensch of dier behoeft alleen aan te vullen, wat hij dagelijks verliest, maar een kind en een jong dier moeten bovendien veel gebruiken om te groeijen, om hun ligchaam in omvang te doen vermeerderen. Van daar dat de laatsten betrekkelijk veel meer voedsel noodig hebben dan de eersten, en dat een ontoereikend rantsoen in jeugdigen leeftijd veel meer nadeelige gevolgen heeft dan op een meer gevorderden ouderdom; terwijl integendeel een rijkelijk voedsel naderhand bij het dier dubbel door een' krachtigen bouw en rijkere opbrengsten wordt vergoed.

Het ware te wenschen, dat deze zaak door de landbouwers over het algemeen meer werd ter harte genomen en dat zij aan het jonge vee een rijkelijkv oeder toedienden, iets, wat door velen, uit een verkeerd begrepen maatregel van zuinigheid, wel eens wordt nagelaten. Immers hoevele landbouwers zijn er niet, die al wat zij aan het kalf besteden, om zoo te spreken, als verlies in rekening brengen en daarom zoo weinig geven als zij kunnen, — en die niet begrijpen, dat zij daardoor juist het kapitaal verminderen, waarvan zij hunne interesten moeten trekken.

Eene derde omstandigheid, die op de behoefte aan voedsel eenigen invloed kan uitoefenen, is de warmtegraad der lucht. Wanneer het koud is, zal het bloed veel sneller door het ligchaam stroomen dan bij eene matige warmte; er zal dan onder die omstandigheid meer stof verbruikt worden en meer voedsel noodig zijn dan anders; vooral zal de ademhaling sterker zijn en meerder gebruik van zetmeelachtige stoffen of vet noodwendig maken en deze invloed van het klimaat is zelfs zoo groot, dat daardoor de leefwijze der bewoners van koude en warme landen eenigzins wordt bepaald; de eerstgenoemden gebruiken somtijds eene verbazende hoeveelheid vet en wel zonder nadeel voor de gezondheid, terwijl de laatsten daarvan slechts weinig kunnen verdragen.

De invloed van den warmtegraad der lucht openbaart zich bij den mensch reeds dadelijk door den meerderen of minderen eetlust, dien hij gevoelt, en moet bij de dieren niet minder worden in acht genomen. In een warmen stal zal hetzelfde dier minder behoeven, dan wanneer het in het open veld en vooral gedurende den nacht, aan koude wordt blootgesteld; en het spreekt dus wel van zelf, dat een dier met dezelfde hoeveelheid voedsel bij warmte veel spoediger vet zal worden dan bij koude. Dit hebben de Engelsche landbouwers dan ook zeer goed begrepen, die somtijds 's winters eene kagchel in den stal plaatsen en daardoor wel is waar geld aan brandstof uitgeven, maar daarentegen ook weder geld aan voeder uitsparen.

Ten laatste hangt bij de inrigting van het voedsel zeer veel af van de diensten, die men van een mensch of een stuk vee verlangt. Voor zwaren arbeid heeft men betrekkelijk meer voedsel en vooral meer eiwitachtige stof noodig; van daar dat trekpaarden veel meer arbeid verrigten bij het gebruik van roggebrood (waarin veel eiwitstof is: zie bl. 195) dan bij dat van enkel gras of hooi en nog meer bij het genot van boonen of lijnkoeken. Van daar ook, dat een ledigzitter met veel minder voedsel toekomt dan een landbouwer, die den geheelen dag achter den ploeg op het land heeft doorgebragt.

Heeft de landbouwer bij het houden van vee het vetmesten ten doel, zoo zal hij vooral te zorgen hebben voor een krachtig voedsel, waarin veel vet voorkomt (b. v. gekookt lijnzaad met boonen, lijnkoeken, enz.) en aan het vee zoo weinig mogelijk beweging of krachtsinspanning laten verrigten. Is het hem om de melk te doen, zoo zal hij rijkelijk voeder en drinken geven en voornamelijk zulk een, dat veel eiwitstof en veel vet bevat.

Zoo zal dus de geaardheid en hoeveelheid van het voedsel naar verschillende omstandigheden moeten gewijzigd worden en hieruit blijkt genoegzaam wat wij boven beweerden, dat eene bepaalde hoeveelheid der meermalen genoemde voedingstoffen, noch voor den mensch, noch voor het dier met eene volstrekte naauwkeurigheid kan worden opgegeven, en daarom wenschen wij de navolgende opgaven slechts als eene benadering tot de waarheid beschouwd te zien, waarin de hoeveelheden der verschillende voedingsmiddelen zijn opgenomen, die door de ondervinding gebleken zijn, voor bepaalde gevallen geheel voldoende te zijn, en die wij hier alleen laten volgen, om onze lezers ten minste eenig denkbeeld te geven van de hoeveelheid voedsel, die een mensch in een bepaald tijdperk behoeft.

Dagelijksch rantsoen van een Ned. soldaat in vestingdienst. [1])

Tarwemeel	500	Ned.	wigtjes.
Vleesch	250	"	"
Rijst of Gort	60	"	"
Hierin zijn bevat ongeveer aan:			
Eiwit	115	"	"
Zetmeel	315	"	"
Vet	035	"	"

Dagelijksch rantsoen van den Ned. soldaat in garnizoen bij vredestijd.

Tarwemeel	333	Ned.	wigtjes.
Vleesch	125	"	"
Aardappelen	850	"	"
Groenten	250	"	"
bevattende aan:			
Eiwit	80	"	"
Zetmeelachtige stof	300	"	"
Vet	13	"	"

Dagelijksch rantsoen van den Franschen zeesoldaat:

Brood	1000	Ned.	wigtjes.
Vleesch	300	"	"
Boonen of erwten	120	"	"
Boter of olijfolie	21	"	"
Suiker	25	"	"
bevattende ongeveer het volgende:			
Eiwitachtige stof	160	"	"
Zetmeelachtige stof	560	"	"
Vet	37	"	"

Dagelijksch rantsoen van een Engelschen arbeider aan den spoorweg van Rouaan.

Vleesch	660	Ned.	wigtjes.
Wittebrood	750	"	"
Aardappelen	1,000	"	"
Bier	2,000	"	"
bevattende ongeveer aan:			
Eiwitachtige stof	175	"	"
Zetmeelachtige stof	596	"	"
Vet	20	"	"

[1]) Bij deze opgaven is geene melding gemaakt van water en onverbrandbare stoffen. Het eerste toch is altijd ter beschikking van den mensch en meestal voor niet te verkrijgen. De laatsten zijn in gewoon voedsel steeds in genoegzaam ruime hoeveelheid voorhanden.

Deze weinige voorbeelden mogen voldoende zijn, voor zooverre de voeding van den mensch betreft; dit kan daaruit genoegzaam worden afgeleid, dat, naarmate de levenswijze en de landaard verschilt, naar die mate ook het voedsel, dat voor den mensch voldoende is, verschillend kan wezen. Maar tevens kan men daaruit ook leeren, hetgeen trouwens door de ondervinding nog nader wordt bevestigd, dat het voedsel van den mensch het best zoodanig wordt ingerigt, dat er eene zekere verhouding tusschen de hoeveelheid eiwitachtige en zetmeelachtige stoffen of vetten bestaat.

In de boven aangehaalde voorbeelden was deze verhouding bij het voedsel van den Nederl. soldaat in vestingdienst ongeveer als één tot drie, bij het voedsel van de andere aangehaalde personen ongeveer als 1 : 3½. Deze laatste verhouding wordt algemeen voor de meest doelmatige gehouden.

Wat nu aangaat het voedsel der dieren, wij kunnen daarvan evenmin eene vaste hoeveelheid opgeven als van dat van den mensch. Slechts enkele proeven zijn daaromtrent genomen; maar deze kunnen moeijelijk als maatstaf worden gebruikt. Men moet hierbij tevens ook wel in aanmerking nemen, dat de hoeveelheid voedsel bij het dier eene veel grootere speling toelaat dan bij den mensch; omdat eenig verschil daarin bij het eerste zonder nadeel voor de gezondheid veel grooter kan zijn dan bij den laatsten. De landbouwer zal dus bij de behandeling van zijn vee, het best door eene grondige ervaring geleid worden; maar hij zal tevens wel doen, bij de inrigting van het voedsel voor zijne beesten, wel te letten op de zamenstelling daarvan in vergelijking met de waarde. Daardoor toch zal hij in staat gesteld worden, steeds met geldelijk voordeel eenen krachtigen vooruitgang van zijn vee te laten zamengaan, en naar gelang van omstandigheden nu eens het eene dan het andere kunnen kiezen.

Veel zouden wij hier over dit gewigtig onderwerp kunnen uitweiden, maar het bestek van dit hoofdstuk laat niet toe, dat wij ons daarin verder verdiepen en wij willen ons dus ten slotte bepalen tot eene opgave van het gehalte der verschillende voedingsmiddelen van menschen en dieren aan die stoffen, welke wij min of meer voor het leven noodzakelijk hebben leeren kennen.

In 100 pond der navolgende stoffen zijn bevat. [1]

	Water.	Onverbrandbare stof.	Vet.	Zetmeel en Suiker.	Eiwitachtige stof.
Rundvleesch.........	78	2	2 [2]		19
Kalfsvleesch.........	80	2	2		19
Varkensvleesch.......	78	2	2		20
Versche haring [3].....	70	2	7		12
Gezouten haring......	49	16	13		21
Zalm...............	76	1	5		14
Paling..............	62	1	24		13
Snoek..............	78	1	1		21
Eijeren.............	80	1	7		12
Kaas...............	58		6		15
Kaas...............	40		24		33
Vrouwenmelk........	88	5	4	7	2
Koemelk............	87	sporen	3	5	5
Ezelinnemelk........	92	sporen	sporen	6	2
Geitenmelk..........	87	sporen	3	5	4
Schapenmelk........	86	sporen	4	5	6
Wittebrood.........	37	1	sporen	55	7
Tarwe..............	14	2	1	66	13
Rogge..............	15	2	2	68	12
Haver..............	14	4	5	61	12
Garst..............	13	3	2	64	18
Rijst...............	15	1	1	75	8
Turksche tarwe......	17	1	7	61	13
Gierst..............	14	4	6	62	12
Boekweit............	13	3	4	64	13
Tarwemeel..........	18	1	1	71	14
Roggemeel..........	15	2	3	67	14
Boonen.............	16	4	2	51	24
Erwten.............	9	2	2	60	24
Aardappelen.........	70	1	sporen	25	3
Wortelen...........	88	1	sporen	9	2
Lijnzaad............	12	6	39	19	21

[1] Hetgeen bij de optelling der navolgende stoffen aan 100 pd. ontbreekt, bestaat uit stoffen, die voor de voeding geene waarde hebben, omdat zij in het ligchaam niet worden verteerd; zoo als houtvezel, harde celstof enz.

[2] Het vetgehalte van het vleesch is zeer uiteen loopend; het boven opgegevene cijfer is wel het minste, wat kan worden opgegeven; maar naar gelang van het dier en de ligchaamsdeelen, waarvan het vleesch afkomstig is, kan het vet tot 20 percent bedragen.

[3] De opgave omtrent de zamenstelling der onderscheidene visschen hebben alleen betrekking op het vleesch; de graten en de afval zijn buiten rekening gelaten.

	Water.	Onverbrand-bare stof.	Vet.	Zetmeel en Suiker.	Eiwitachtige stof.
Koolzaad............	11	4	50	12	17
Lijnkoeken..........	13	8	6	33	33
Raapkoeken.........	11	8	10	32	31
Eikels..............	56	1	2	34	2
Roode mangelwortels..	82	1	sporen	12	3
Groene klaver........	77	1	1	11	13
Klaver-hooi....... ..	20	5	3	39	11
Hooi...............	13	8	1	44	7
Versch tarwe-stroo....	26	5	2	36	2
Versch rogge-stroo....	19	3	2	3	2
Oud rogge-stroo......	12	6	43	40	3

A. C. OUDEMANS, JR.

X.

DE KRING, WAARIN DE STOFFEN ZICH OP AARDE BEWEGEN.

Hij die gewoon is, een aandachtigen blik te werpen op hetgeen om hem geschiedt, zal wel eens hebben opgemerkt, hoe de voorwerpen, die versleten en voor het gebruik niet meer dienstig zijn, aan het oog onttrokken worden en, gelijk men het noemt, verloren gaan. Dagelijks worden er duizende voorwerpen van allerlei soort nieuw vervaardigd, die verkocht en gebruikt worden in plaats van de versletene, om zelve na eenigen tijd weder door nieuwe vervangen te worden. Zoo gaat het telken jare voort, en toch wordt men niet gehinderd door den overvloed van hetgeen afgesleten is, en niet meer als bouwstof van nieuwe voorwerpen gebruikt. wordt.

Den opmerkzamen beschouwer dringt zich hierbij van zelf de vraag op: Waar blijven dan de dingen, die gebruikt zijn?; eene vraag, in den laatsten tijd meermalen opgeworpen, en waarop nu en dan een goed, maar meestal een verkeerd antwoord is gegeven. Vele menschen, die weinig of niet over de zaak hebben nagedacht, meenen, dat hetgeen afgesleten of gebroken, en door de menschen weggeworpen is, langzamerhand, zoo niet geheel dan toch ten deele, vernietigd wordt. Zij zien een bewijs daarvoor in de verbranding, waarbij verre weg het grootste gedeelte van het hout of de turf in rook en damp verdwijnt en nimmer teruggevonden wordt.

Doch deze meening berust op eene dwaling. Aangaande de verbranding is zulks den aandachtigen lezer reeds bekend uit hetgeen hierover in het eerste hoofdstuk gezegd is. Hij weet, dat de verbranding bestaat in eene verbinding van het ligchaam dat verbrandt met de zuurstof der lucht; dat hierbij luchtsoorten gevormd worden, welke juist zooveel wegen als hetgeen verbrand is en de verbruikte zuurstof te zamen. Hij weet uit de vorige hoofdstukken, dat deze luchtsoorten (koolzuur, waterdamp en ammoniak) in den dampkring worden teruggevonden, voor een deel door het regenwater naar den grond gevoerd worden en aan de planten tot voedsel strekken

kunnen; dat alzoo hetgeen verbrand is, niet vernietigd, maar slechts veranderd is geworden, om onder nieuwe vormen zich later weder te vertoonen.

Evenmin als nu bij de verbranding de stof, die het hout zamenstelde, vernietigd is geworden, evenmin geschiedt dit elders in de natuur. Er wordt hier op aarde geen stofje vernietigd, zoo als ook thans op aarde geen stofje uit het niet geboren wordt. Slechts de vorm wordt gewijzigd en de verbinding der stoffen onderling telkens veranderd.

Daar wij nu niet gewoon zijn, die veranderingen en overgangen op den voet te volgen, zoo ontsnappen zij gedeeltelijk aan onze waarneming en het schijnt, alsof het gebruikte verloren gaat en later nieuwe stoffen voor den dag komen. Doch al wat wij als nieuw begroeten, bestaat uit dezelfde stof, waaruit vroegere voorwerpen of gestorven wezens zamengesteld waren. Slechts de vorm en de verbinding der stoffen onderling is veranderd. Want al het stoffelijke op aarde beweegt zich in een kring, waarin de dood van het eene de voorwaarde van leven of onderhoud van het andere is.

Het ware niet moeijelijk, zulks met een tal van voorbeelden te bewijzen voor al wat zich op aarde bevindt, doch eene dergelijke beschouwing ligt buiten de grenzen van ons onderwerp. Wij schrijven voor landbouwers, en zullen daarom de waarheid van het zoo even gezegde alleen aantoonen voor die stoffen, waarmede de landbouwer te doen heeft, en doen zien, hoe het ook voor hem van belang is, te weten, dat er geene stof vernietigd, maar ook geene stof uit het niet geboren wordt.

Daartoe beschouwen wij achtereenvolgens den kring, waarin het water en de onverbrandbare stoffen, en dien, waarin de brandbare stoffen zich op aarde bewegen. Wij erkennen daarin den band, die al het vroeger behandelde tot één geheel verbindt.

De kring, waarin het water en de onverbrandbare stoffen zich bewegen.

Wanneer men een blik vestigt op de wereldkaart, dan ziet men, dat de oppervlakte der aarde voor meer dan $\frac{2}{3}$ uit water bestaat. Van die onmetelijke watervlakte rijst jaarlijks eene groote hoeveelheid water als damp in de lucht op.

Hoewel nu de verdamping overal plaats heeft, waar de watervlakte aan de vrije lucht is blootgesteld, zoo is zij vooral zeer groot in de zuidelijke streken, waar de zon een geruimen tijd bijna loodregt aan den hemel staat, en water en lucht beide sterk verwarmt. Want hoe warmer de lucht is, des te meer water zal zij kunnen opnemen. Daar nu bovendien warme lucht ligter is dan koude lucht, en om die reden steeds naar boven stijgt, zoo ontstaan er stroomingen in de lucht, overal waar de luchtlagen ongelijk verwarmd zijn. Deze stroomen zijn de winden. Zij worden nagenoeg overal op aarde gevonden, omdat niet alleen de luchtlagen des dampkrings zelve door de zon ongelijk verwarmd worden, maar ook de meerdere of mindere verwarming van landen en zeëen daarop een grooten invloed uitoefent.

Door die stroomingen worden weldra koude en warme luchtlagen vermengd. De warme lucht wordt afgekoeld en wanneer zij zeer vochtig was, kan zij al den medevoerden waterdamp niet meer ophouden. Een deel daarvan wordt in wolken veranderd, en bij nog grooter afkoeling in vloeibaren of vasten staat op aarde teruggebragt. De oorzaken tot vorming van regen, sneeuw of hagel zijn dus ruimschoots gegeven, gelijk onzen lezers uit Hoofdstuk II bekend is.

Door onderscheiden omstandigheden wordt de rigting en de sterkte dier luchtstroomen veelvuldig gewijzigd, en van daar het verschijnsel, dat sommige streken op aarde met eene groote hoeveelheid water uit de lucht bedeeld worden, terwijl er andere landen zijn, waar het bijna nooit regent.

De wel bewezen einduitkomst van al die werkingen is echter deze: dat (behalve het water, hetwelk dadelijk, door regen op zee, tot den Oceaan terugkomt) een groot deel der uit zee opgestegen dampen een korteren of langeren weg door het luchtruim aflegt, en eindelijk als dauw, regen, sneeuw of hagel op het land nedervalt.

Het op den grond gekomen water verzamelt zich en vloeit naar de diepte, nu eens onmerkbaar doorsijpelend door den lossen bouwgrond, dan weder met geweld afstroomend van de bergen. Het vormt beken, die bij hun zamenkomen rivieren worden en eindelijk als breede, kalme stroomen het water in zee terugbrengen.

Zoo beweegt zich het water op aarde in een voortdurenden kring. Er gaat geen droppel verloren, maar er wordt ook geen droppel uit het niet geboren. Het is steeds hetzelfde water, wat zich onder die voortdurend afwisselende vormen aan ons oog vertoont.

De bijzondere (uit het II^{de} hoofdstuk aan onze lezers bekende) eigenschappen van het water brengen als een noodzakelijk gevolg van dien omloop te weeg, dat ook andere stoffen, voornamelijk de onverbrandbare des bodems, zich steeds verplaatsen.

Het uit de zee opgerezen en in de lucht als damp verspreide water mag zuiver water heeten. Maar wanneer het, tot droppelen verdigt en door de onderste luchtlagen gevoerd, op aarde terugkomt, is het niet meer zuiver. Het heeft van de bestanddeelen der lucht, van de zuurstof en stikstof, van het koolzuur en den ammoniak iets opgelost en medegenomen. Het heeft bovendien van het stof, wat altijd in de lucht voorhanden is (en deels uit brandbare, deels uit onverbrandbare stoffen bestaat), een weinig medegevoerd.

Op de vaste korst onzer aarde gekomen, wordt het regenwater met nog meer vreemde stoffen beladen. Aan de hooge vaste steenrotsen, die men in andere landen vindt, dreigt het water des hemels, geholpen door de zuurstof en het koolzuur der lucht, een geheelen ondergang. Terwijl het over de rotsen heenvloeit, in scheuren en spleten indringt, en hier korter, ginds langer verwijlt, sloopt het in den loop der tijden de duurzaamste gesteenten. Enkelen hunner bestanddeelen worden langzaam veranderd en gedeeltelijk in het water opgelost, waardoor de zamenhang der rotsen verbroken en de invloed van het dieper indringende water vergroot wordt. Men noemt dit verweering der rotsen.

Wanneer nu een nieuwe stroom van regenwater, gevoed door de gesmolten sneeuw der bergtoppen en ijsvelden, wederom in snelle vaart over en tusschen de rotsen vloeit, dan worden deze niet alleen afgeschuurd en van enkelen hunner bestanddeelen beroofd, maar groote steenblokken worden door de kracht van het vallende water medegesleept. Dit geschiedt overal, waar de zamenhang der rotsstukken meer of min verbroken is.

Zoo wordt door den kring, waarin zich het water beweegt, een deel der rotsen van de hoogte naar de diepte gebragt en, hoewel de verweering uiterst langzaam geschiedt, het gevolg dier beweging is in den loop der eeuwen van groote beteekenis. Bijna geheel Nederland en een aanzienlijk gedeelte van Noord-Duitschland zijn hun ontstaan aan deze werking verschuldigd (zie Hoofdst. IV), en nog zijn regen- en sneeuwwater, met de zuurstof des dampkrings als trouwen bondgenoot, voortdurend werkzaam, om de bergen der aarde te slopen en hunne steenen naar de vlakte over te brengen.

Een deel der medegevoerde stoffen gaat nog verder weg. De groo-

tere steenen bezinken, zoodra de stroom des waters minder bruischend is; het grint wordt in de bedding der rivieren afgezet en hoogt deze voortdurend op. Maar het slib en de opgeloste zouten (de kostbaarste stoffen voor den landbouwer) worden met het rivierwater grootendeels in zee gevoerd, dewijl, na de bedijking onzer rivieren, slechts een klein gedeelte van het slib de uiterwaarden verrijkt, of door den opstuwenden stroom van het zeewater, als banken en schorren aan den mond der stroomen wordt afgezet.

De werking van het regenwater op de vlakten, bepaaldelijk op den Nederlandschen bodem, is in de hoofdtrekken wederom dezelfde. Door tallooze kleine openingen in den grond gedrongen, blijft het een geruimen tijd met de bestanddeelen van den bodem in aanraking, daar het grootendeels in den bouwgrond en op de hoogte van den waterspiegel blijft, en slechts voor een klein gedeelte dieper in de aarde doordringt. Het loogt alzoo onzen grond uit en lost op, wat aan oplosbare bestanddeelen daarin voorkomt; zoodat het welwater nog veel meer vreemde bestanddeelen houdt dan het rivierwater (zie blz. 40).

En wanneer het water nu, langzaam doorsijpelend en afvloeijend, de slooten en beken voedt, en hieruit met al die stoffen beladen in onze rivieren komt en naar zee stroomt, dan worden ook de opgeloste stoffen van onzen akker — en zoo deze gemest is, ook de oplosbare zouten van den mest — in de diepte van den oceaan uitgestort.

Zoo veroorzaakt de kring, waarin het water zich beweegt, eene verplaatsing en verandering van de stoffen des bodems. Men ziet daarin een streven, om de bergen der aarde te slopen en hun gruis naar de vlakte te brengen, terwijl het oplosbare daaruit gespoeld en met het slib naar zee wordt gevoerd.

Het zoude dus schijnen, dat de uitspoeling door het water eene algemeene verarming ook van onzen bodem moest ten gevolge hebben. Vele kostbare stoffen, van de bergen aangevoerd, gaan door de rivieren naar zee (zie het zoutgehalte der rivierwateren op blz. 40), en slechts op enkele plaatsen worden zij als schorren afgezet. Het regenwater spoelt onzen bodem voortdurend uit, en het groote zoutgehalte der zee bewijst, hoeveel op al deze wijzen van de aardkorst naar de diepte wordt gevoerd.

Maar voor sommigen onzer ingedijkte landen is ook eene bron van verrijking van den bodem voorhanden, al worden zij thans niet meer met vruchtbaar slib bedekt. Een klein gedeelte van het rivierwater vloeit door kanalen, sloten en greppen door onze landen

heen, en dringt in den bouwgrond door. Wanneer die doorstrooming langzaam plaats grijpt, zal een groot deel van dat water in den bouwgrond verdampen, en er zijne opgeloste en medegevoerde stoffen in teruglaten, en door eene verstandige regeling van den aan- en afvoer des waters kan men het op vele plaatsen zoo ver brengen, dat deze verrijking des bodems met de uitspoeling door het regenwater in evenwigt is, en haar zelfs somwijlen overtreft. Wij zullen in een later hoofdstuk zien, hoe de aanlegging van onderaardsche buizen (draineerbuizen of droogpijpen) eene filtrering van het afvloeijende water ten gevolge heeft, zoodat daardoor minder zouten uit den bodem worden weggevoerd.

Een veel grooteren invloed oefenen echter de planten uit op den aan- en afvoer van water en op de beweging der zouten op aarde. Dezen invloed moeten wij thans beschouwen.

De planten bestaan uit eene tallooze menigte van cellen en vaten, sierlijk van vorm, kunstig aaneengevoegd en met een beschermend en sluitend vlies overdekt. Die cellen zijn blaasjes met vocht gevuld, dat voortdurend door de plant zelve ververscht wordt. Want door den wand der aan de oppervlakte gelegen cellen tijgt steeds water, hetwelk zich als onzigtbaren damp in de lucht verspreidt, terwijl de plaats van dit vocht aangevuld wordt door hetgeen de jeugdige wortelcellen uit den grond hebben opgenomen.

Er wordt op deze wijze eene groote hoeveelheid water in de lucht verspreid, overal waar de grond met planten bedekt is. Wij zagen boven (blz. 140) reeds, dat een bunder gronds met koolplanten bezet, dagelijks 34,800 Ned. ponden water in de lucht ontlast. Ook in de warme gewesten is die verdamping van water aan de oppervlakte der planten wel bekend. Wetende, dat een snelle verdamping afkoeling te weeg brengt, heeft men daar aan de huisdeur groeijende waterplanten in groote potten met water geplaatst. De ondervinding heeft den bewoners van gindsche streken geleerd, dat het water dier potten zesmaal sneller verdampt is, dan zoo de waterplanten niet daarin groeijen.

Nevens deze eigenschap, om veel waterdamp in de lucht te ontlasten, welke aan levende planten toekomt, hebben de plantendeelen, nadat zij bij afsterving en verrotting in humus zijn overgegaan, het vermogen, om veel water terug te houden in den bodem, gelijk wij in het IIIde hoofdstuk gezien hebben. Het gevolg van deze eigenschappen is, dat in een met planten begroeiden bodem veel water kan

aangevoerd worden, terwijl veel minder van *dat* water daarvan afvloeit, maar een groot deel door verdamping, zonder eenige stof met zich te voeren, in de lucht ontwijkt, en een ander deel door den humus in den grond wordt teruggehouden.

Is het aangevoerde water nu met vele van elders opgeloste stoffen beladen, dan zal daarvan een deel in den bodem terugblijven, en er zal door uitspoeling minder dan anders van den bodem verloren gaan.

Deze bewaring en terughouding der zouten heeft echter nog in veel hoogere mate in de planten zelve plaats. De dunne wanden der cellen, bij het uiteinde der wortelvezelen gelegen, kunnen geene vaste stukjes, maar wel de in het water opgeloste zouten doorlaten. Deze zullen dus, indien de aard der plant dit medebrengt, met het water in de plant indringen, en door het celvocht in alle cellen rondgevoerd worden. Wanneer echter het water aan de oppervlakte der bladeren verdampt, blijven de zouten terug; zij verdikken het celvocht, wat een doorlaten van vocht uit de naburige cellen en een nieuwen toevoer van water uit den grond ten gevolge heeft. En daar nu deze werking aanhoudend plaats vindt, zoo worden de opgeloste zouten des bodems meer en meer opgehoopt in de plant, en aldus tijdelijk onttrokken aan den invloed van het water in den grond. De plantensappen worden hierdoor rijker aan zouten dan het welwater; de vaste deelen der plant worden alle met zouten bedeeld, en de planten mogen met regt: *verzamelplaatsen van zouten* heeten.

Wat de soort van zouten betreft, de verschillende planten nemen ze niet op in dezelfde verhouding, waarin zij ten opzigte van elkander in den grond voorkomen. Sommige planten voeden zich meer met deze, andere met gene zouten, gelijk in het Vde hoofdstuk genoegzaam is aangetoond. En ook het in de plant opgenomene wordt niet gelijkelijk door al hare deelen verspreid. Wij zien het stroo steeds rijker aan asch dan het zaad; en de bladeren der knolgewassen meer van kalk voorzien dan hunne wortels. Wij zien het phosphorzuur zich ophoopen in den korrel, en het kiezelzuur in den stengel van het graan. Zoo worden bijzondere planten of plantendeelen verzamelplaatsen van enkele zouten, en hebben als zoodanig eene eigen waarde. Doch aan alle planten zonder onderscheid komt de algemeene naam van verzamelplaats van zouten toe, omdat alle eene zekere hoeveelheid zouten bevatten, welke zij aan de uitspoeling en wegvoering door het regenwater onttrekken.

De rol, welke de dieren bij dezen omloop der stoffen vervullen, is niet minder gewigtig.

De dieren leven in het algemeen van planten. Wel zijn er velen, wier gebit en gansche zamenstel is ingerigt voor dierlijk voedsel (zie blz. 159), en die ook alleen ten koste van andere dieren zich voeden, doch dan zijn het weder deze laatsten, welke uitsluitend plantaardige stoffen tot zich nemen. Men mag dus in het algemeen zeggen, dat het rijk der dieren door dat der planten gevoed wordt.

Bij het nuttigen der planten als voedsel komen nu hare bestanddeelen, ook de onbrandbare, in het dierlijk ligchaam. Zij worden daarin veranderd en gewijzigd, om tot onderhoud van het dierlijk leven te strekken. Zoo worden de opgeloste zouten des bodems, door de planten aan den grond ontnomen, met deze in de maag der dieren verteerd, dat is, in andere vormen overgebragt en tot andere verrigtingen geroepen. Wanneer het paard haver en hooi genuttigd of welwater gedronken heeft, dan worden phosphorzuur en kalk daaruit overgevoerd in het bloed; en opgelost in dit levensvocht, worden deze stoffen naar alle deelen des ligchaams geleid, om de beenderen te helpen opbouwen en onderhouden. Het ijzer, dat in de meeste planten voorkomt en ook in het bladgroen gevonden is, wordt een bestanddeel van de roode kleurstoffe des bloeds. En evenzoo gaat het met de andere zouten der planten en van het drinkwater. Innig met de bewerktuigde stof verbonden, maken zij een bestanddeel uit van het dierlijk ligchaam. Zij nemen deel aan het leven van het dier, dat zonder eene zekere hoeveelheid dier zouten niet bestaan kan. Zij worden zelfs in zekere mate opgehoopt in het dierlijk ligchaam, en wanneer men acht geeft op de zamenstelling der beenderen (zie blz. 156), dan zal men moeten erkennen, dat de dieren, en vooral hun geraamte, *verzamelplaatsen der zouten* mogen heeten in nog hoogeren zin dan de planten.

De bovenstaande beschouwingen, afgeleid uit hetgeen in de vorige hoofdstukken als kennis is verkregen, leeren genoegzaam, hoe de zouten des bodems — die, zonder het bestaan van levende wezens op aarde, onverbiddelijk naar zee zouden gevoerd worden — bij den tegenwoordigen toestand van onzen aardbol voor een deel worden opgehoopt in de planten, om hieruit weder bijeengezameld te worden in het ligchaam der dieren.

Hiermede hebben wij echter slechts de helft van den kring beschreven, waarin zich die zouten bewegen. De andere helft wordt gevormd door den terugkeer der opgenomen zouten tot den grond.

wanneer planten en dieren sterven, en ook gedeeltelijk tijdens het leven.

Telken jare vallen de bladeren der meeste boomen en heesters af en verrijken den bovengrond met de zouten, door de wortels gedurende den geheelen zomer uit de diepte opgehaald en in die bladeren weggelegd. Van alle planten, die sterven en niet worden weggenomen, worden evenzoo de bestanddeelen ontbonden en het onverbrandbare komt op den grond terug.

Bij de dieren is die terugkeer nog meer in het oog loopend. Tijdens het leven wordt gedurig een gedeelte van het ligchaam gesloopt, en er is dagelijks voedsel noodig, om het verbruikte te herstellen. Na korteren of langeren tijd bestaat het ligchaam uit andere stoffen dan vroeger. Hetgeen toen een gedeelte daarvan uitmaakte, is, na een bepaalden tijd aan het leven te hebben deelgenomen, hiertoe ongeschikt geworden, uitgeworpen, en vervangen door eene andere hoeveelheid stoffen van denzelfden aard (blz. 184). Ook de beenderen nemen deel aan deze langzame wisseling, gelijk overtuigend gebleken is uit eene proef, waarbij men meekrap tot voedsel aanwendde, en toen bespeurde, dat de beenderen langzamerhand rood gekleurd werden, terwijl die roode kleur wederom trapsgewijze verdween, nadat men met het voederen van meekrap had opgehouden.

De versletene en voor het leven ongeschikte stoffen nu worden op verschillende wijzen uit het ligchaam verwijderd. Een deel gaat door de ademhaling en door de uitwaseming der huid in vlugtigen vorm weg; een ander deel wordt als vloeibare en vaste uitwerpselen langs bijzondere wegen weggevoerd. Onder het laatste behooren de zouten, welke hunne rol in het leven van het dier hebben vervuld. Deze worden naar mate van hunne meerdere of mindere oplosbaarheid òf grootendeels in de pis, òf in den drek der dieren opgehoopt, en keeren aldus tot den grond terug.

Wanneer eindelijk de dieren sterven, dan komen ook wederom de onverbrandbare stoffen in den schoot der aarde, en hoewel het een geruimen tijd kan duren voordat het geraamte is ontbonden (gelijk ons de beenderen op de kerkhoven bewijzen), zoo moet toch ten laatste ook dit uiteenvallen en zich mengen onder de bestanddeelen des bodems.

Zoo zien wij de levende wezens der aarde verschijnen als verzamel- en bewaarplaatsen der oplosbare zouten des bodems, om deze na hunnen dood terug te geven onder eenen vorm, waarin de landbouwer ze mest voor zijnen akker noemt. Zoo zien wij de onver-

brandbare stoffen van den grond door de levende wereld in staat gesteld om zich in een kring te bewegen, welke op eene doode aarde alleen aan het water zou toekomen. Opgelost in het water des bodems, worden zij bestanddeelen nu der planten, dan weder der dieren, en komen na eenigen tijd op den grond terug, om weldra, wanneer de omstandigheden daartoe gunstig zijn, haren omloop te hervatten. Zoo zien wij ook hier, dat er niets verloren gaat in de natuur, maar dat dezelfde stoffen telkens onder andere vormen voor ons optreden en ons nieuw toeschijnen, omdat wij niet gewoon zijn, haren omloop te volgen.

De kennis van dezen kring der onbrandbare stoffen is voor den landbouwer van het hoogste gewigt, omdat zij hem wijst op de natuurwetten, waaraan hij gehoorzamen moet, en hem tevens leert, op welke wijze het mogelijk is, zijnen akker steeds voor uitputting te bewaren.

Het moet, gelijk boven reeds gezegd is, het streven van den landbouwer zijn, om den kring, waarin die onverbrandbare stoffen van zijnen akker zich bewegen, zoodanig te wijzigen, dat zoo weinig mogelijk daarvan voor hem verloren ga. Want hoewel er niets vernietigd wordt op aarde, zoo komen echter de onverbrandbare stoffen niet altijd terug op denzelfden akker, waaraan zij ontleend zijn; zoo blijven zij niet alle binnen het bereik van den landbouwer. De eene grond kan verrijkt worden ten koste van den anderen.

Men bespeurt dit reeds daar, waar de natuur aan zich zelve overgelaten is. Immers het water voert ook daar nog eenige zouten naar lager gelegen streken; de plantetende dieren bewegen zich en sterven dikwijls op andere plaatsen, dan waar zij hun voedsel gevonden hebben; en nog meer is zulks het geval met de vleeschetende dieren, bepaaldelijk met de roofvogels, die in hun ligchaam de zouten naar ver verwijderde oorden kunnen voeren.

Waar de menschen hunne woning gevestigd en zich op landbouw en veeteelt toegelegd hebben, geschiedt dat wegvoeren der zouten van de eene plaats naar de andere nog in veel grootere mate. Niet alleen, dat de menschen de natuurlijke afwisseling der gewassen verhinderd en den akker gedwongen hebben, om over eene groote uitgebreidheid dezelfde plant, en dat soms nog wel herhaalde malen achtereen, voort te brengen, zij hebben ook de opbrengsten weggevoerd. Wanneer nu die opbrengsten bestaan in voedergewas-

sen of in voedselplanten voor den mensch, welke op de boerderij zelve gebruikt worden, dan keeren de zouten daarvan in den mest tot den akker terug, indien de uitwerpselen, zoo wel de vloeibare als de vaste, behoorlijk verzameld worden.

Waar echter de landbouwer het gewonnen zaad naar de markt brengt; waar hij het stroo niet als strooisel gebruikt, maar voor geld verruilt; of waar hij het vee, door hem aangefokt of vetgemest, verkoopt, daar geeft hij in zaad, stroo en vee een gedeelte der zouten van zijnen akker weg, en wel juist de kostbaarste, welke op zijnen grond nu niet terugkomen. In sommige streken van ons vaderland wordt dit verlies wel geringer, omdat de landbouwer het hooi en de koeken voor zijn vee van elders verkrijgt, of omdat zijne uiterwaarden jaarlijks met slib (dat is met Duitsche zouten) verrijkt worden, maar toch ook hier kan ligtelijk verlies plaats hebben. Zonder vergoeding is echter in dit opzigt het verlies in de ingedijkte landen, die jaarlijks zonder bemesting beteeld worden.

Waar nu aanhoudend verlies plaats heeft, daar moet ten laatste de grond uitgeput worden. Wel kan dit uiterst langzaam geschieden, zoodat men in de eerste jaren niets daarvan bespeurt, omdat het welwater dikwijls nog een weinigje van elders aanvoert, en bovendien door den invloed van licht en water jaarlijks een klein gedeelte van den grond in oplosbaren toestand wordt overgebragt — doch eindelijk zal ook de rijkste grond uitgeput worden, zoo niet de landbouwer daartegen waakt. De ondervinding heeft dit reeds op eene treurige wijze voor sommige vroeger uitmuntende bouwgronden van Amerika bewezen.

Vraagt men, welke middelen de landbouwer moet aanwenden, om tegen die uitputting van den grond te waken?. Het antwoord daarop laat zich, naar aanleiding van het over den omloop der onverbrandbare stoffen gezegde, gemakkelijk geven. Het luidt aldus: de landbouwer late niets weggaan, wat op *zijn* bedrijf zich in een kring kan bewegen. En waar zijn voordeel medebrengt, dat hij in de voortbrengselen zijner nijverheid sommige stoffen aan dien kring onttrekt, daar herstelle hij door aankoop van elders, wat hij zelf vrijwillig heeft weggevoerd.

Dit antwoord zal in een later hoofdstuk, bij de beschouwing van den mest in bijzonderheden nader worden toegelicht, doch thans kan daarvan reeds de volgende opheldering gegeven worden.

De verstandige landbouwer moet van al wat op zijne boerderij als mest voorkomt niets laten verloren gaan, en allen afval zorg-

vuldig verzamelen. Maar hiermede heeft hij nog niet genoeg verrigt. Hij koope uit de stad als mest weder in, wat hij daar heen als graan of als vee heeft weggebragt. Hij brenge nu en dan opzettelijk onverbrandbare stoffen op den grond, en geve dezen terug, wat hij daaraan ontnomen heeft. Op die wijze alleen is eene voortdurende handhaving van de vruchtbaarheid van den akker mogelijk, voor zooveel de zouten betreft.

Het is er echter nog verre af, dat dit werkelijk in ons land overal plaats vindt. In vele streken van het vaderland wordt de mest niet behoorlijk verzameld en laat men de gier vooral nutteloos wegvloeijen. Bijna nergens wordt den akker des gewonen landbouwers door aankoop van onverbrandbare stoffen als mest het ontnomene vergoed. De waarde der hulpmeststoffen uit dit oogpunt wordt veeltijds miskend.

Waarlijk men kan niet genoeg den landbouwer waarschuwen en hem doen opmerken, dat de verre toekomst voor de vruchtbaarheid van Neêrlands bodem verontrustend is, omdat na de bedijking der rivieren veel van het vruchtbare slib naar zee wordt gevoerd en voor een deel slechts in de schorren terugkomt, terwijl aan den anderen kant de landbouwer, zorgeloos voor het erfdeel zijner kinderen en kleinkinderen, den akker steeds ontneemt, zonder immer behoorlijk terug te geven. Jaarlijks worden duizenden ponden van de kostbaarste zouten in het graan aan den bouwgrond ontvoerd; maar de uitwerpselen der stedelingen, waarin die zouten grootendeels zullen teruggevonden worden, vloeijen weg naar zee. Jaarlijks wordt een groot aantal runderen en schapen, op *onzen* grond voortgebragt of vetgemest, en dus met *onze* zouten gevoed, naar Engeland uitgevoerd; maar de Nederlandsche landbouwer geeft zijnen akker geen phosphorzuur en kalk daarvoor terug. Integendeel hij ziet het lijdelijk aan, dat de zouten der Nederlandsche dieren, als mest in den afval onzer lijmkokerijen en beenzwartfabrieken aanwezig, naar Belgie worden overgebragt, omdat onze naburen de waarde van den mest beter kennen dan wij.

De kring, waarin de verbrandbare stoffen zich bewegen.

Gelijk het water en de zouten des bodems, zoo vertoonen zich ook de verbrandbare stoffen onder verschillende vormen op aarde, en keeren na eenigen tijd tot haren vorigen toestand terug. Ook

dezen kring willen wij kortelijk aan onze lezers doen kennen. Wij vangen hierbij aan met de dampkringslucht als de bron der verbrandbare stoffen, en zullen aantoonen, hoe het van haar ontleende eindelijk tot haar terugkomt; hoe ook hier geen stof verloren gaat, noch ontstaat.

Uit een klein gedeelte der lucht worden de planten gevoed. Het is het koolzuur, dat slechts een half duizendste deel ongeveer des dampkrings uitmaakt (bl. 16), waaraan het hout der dennebosschen bijna al zijne koolstof te danken heeft, waaruit ook de landbouwgewassen voor een aanzienlijk deel zijn opgebouwd.

Voortdurend en van alle kanten is niet alleen de oppervlakte, maar ook het binnenste der planten met dit koolzuur in aanraking. Door het onnoemelijk aantal spleetopeningen (blz. 146), en tevens door de op vele plaatsen voor luchtsoorten doordringbare opperhuid, wordt het koolzuur, te gelijk met de andere bestanddeelen der dampkringslucht, in de plant gebragt en door de inwendige luchtkanalen naar alle zijden rondgeleid.

Doch er is bovendien nog een andere weg, langs welken de plant zich dat voedsel verschaft: ook de wortel voert haar koolzuur toe. Want het koolzuur der lucht, in de tusschenruimten tusschen de deeltjes van den grond voorhanden (hetgeen soms 10 proc. dier lucht en meer kan bedragen), wordt in het welwater opgelost en dringt met dit in de plant. [1])

Hetzelfde geldt van een ander deel der lucht, van den ammoniak. Deels door de bladeren, deels door den wortel wordt ook deze der plant toegevoerd, maar, terwijl zij van het koolzuur verreweg de grootste hoeveelheid door de bladeren ontvangt, is daarentegen de hoeveelheid ammoniak langs dezen weg aangeboden, onbeduidend in vergelijking van hetgeen de wortel daarvan opneemt.

Uit die eenvoudige voedingsmiddelen worden nu, onder den invloed van het licht, door de eigenaardige werkingen, welke van de kiem der plant uitgaan, al de hoogst verschillende stoffen gevormd, welke wij in het plantenrijk ontmoeten. Uit koolzuur, water en ammoniak, en uit eenige oplosbare zouten des bodems ontstaan in het levend gewas,

---

1) Een klein gedeelte der koolstof ontvangt de plant ook uit de zwarte stoffen van den bouwgrond, voor zooverre deze, als zoodanig of bij ontbinding in het water opgelost, in de plant overgaan. Doch ook deze stoffen zijn, zoo als straks blijken zal, uit de lucht afkomstig, zoodat die, in elk geval geringe, opname, niets bewijst tegen onze stelling, dat de planten al haar verbrandbaar voedsel uit de lucht ontvangen.

eiwitachtige stoffen en bladgroen, celstof, zetmeel, suiker, gom, plantenslijm, oliën en vetten, en verder al de zamengestelde ligchamen, welke slechts aan enkele plantensoorten of gedeelten der plant eigen zijn. Het opgenomen voedsel wordt in zijne bestanddeelen gescheiden, en deze worden weder op talloos verschillende wijzen en in talloos onderscheidene hoeveelheid vereenigd, waardoor elke plant niet alleen een bijzonderen vorm bezit, maar ook in den regel eigene stoffen bevat.

In al die stoffen worden echter, behalve de onbrandbare zouten, geene andere grondstoffen gevonden dan koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof, diegenen waaruit, blijkens het eerste hoofdstuk, het voedsel der plant bestaat. Want alle verbrandbare stoffen uit het plantenrijk hebben eenmaal bestanddeelen des dampkrings uitgemaakt. Onderstaand tafeltje zal dit nog aanschouwelijker maken:

Koolzuur bestaat uit { Koolstof. / Zuurstof.
Water " " { Zuurstof. / Waterstof.
Ammoniak " " { Waterstof. / Stikstof.

Uit de planten gaan die stoffen over in de dieren. Want, gelijk boven (blz. 204) is aangetoond, de dieren voeden zich ten koste der planten. Deze moeten het voedsel voor de dieren bereiden, d. i. de bestanddeelen des dampkrings in een toestand brengen, waarin zij tot dierlijk voedsel geschikt zijn. De dieren zijn niet in staat, om uit koolzuur, water en ammoniak de eiwitachtige stoffen zamen te stellen, waaruit hun ligchaam voor een groot deel is opgebouwd. Zij kunnen alleen die eiwitachtige ligchamen eene kleine wijziging doen ondergaan, ze oplossen en weder in onopgelosten vorm overbrengen. De vezelstof der spieren en die van het bloed, het eiwit in beide voorkomende en de kaasstof der melk zijn dan ook slechts in kleinigheden verschillend en komen niet minder overeen met het planteneiwit, waaruit zij gevormd zijn, gelijk in het vorige hoofdstuk is aangetoond.

Hetzelfde kan ook in meerdere of mindere mate gezegd worden van de andere bestanddeelen van het dierlijk ligchaam. Hoezeer de vertering van het voedsel in maag en ingewanden daaraan soms eene belangrijke wijziging kan geven; hoezeer daaruit ten deele nieuwe stoffen worden gevormd, die in het plantenrijk niet voorkomen, de grondstoffen zijn wederom dezelfde boven genoemde. Al wat in het bloed overgaat en een deel wordt van het dierlijk ligchaam; al wat bij de voeding der dieren, als onnut voor het leven, wordt uitge-

worpen, heeft eenmaal een deel der planten uitgemaakt. Dus zijn alle stoffen, die het ligchaam der dieren zamenstellen (uitgezonderd de onbrandbare zouten) eenmaal bestanddeelen der lucht geweest.

In één woord, de levende wezens op aarde zijn verzamel- en bewaarplaatsen niet alleen van de zouten des bodems, maar ook van de bestanddeelen des dampkrings.

Gelijk de zouten na den omloop door de levende natuur aan den akker worden teruggegeven, zoo keeren ook de brandbare stoffen tot den dampkring weder, wanneer zij hare rol in het leven hebben uitgespeeld.

Bij dezen terugkeer, die zoowel tijdens het leven als na den dood plaats heeft, moeten wij de aandacht onzer lezers nog eenige oogenblikken bepalen.

Gedurende den groei der planten wordt er zuurstof aan de lucht afgegeven (zie blz. 146), omdat bij de veranderingen, die het opgenomen voedsel ondergaat, stoffen gevormd worden, welke minder zuurstof dan dit bevatten. Zulks is duidelijk voor een elk, die de hoeveelheid zuurstof, met betrekking tot de andere grondstoffen in de meest voorkomende plantenbestanddeelen aanwezig, vergelijkt met het zuurstofgehalte van het voedsel, dat der plant ten dienste staat. Doch ook zonder deze cijfers, die wij hier kortheidshalve niet opgeven, kan elk landbouwer deze waarheid begrijpen, wanneer hij slechts bedenkt, dat tot het verbranden van hout, van planten in het algemeen, zuurstof noodig is (blz. 7); en dat bij die verbranding koolzuur, waterdamp en ammoniak gevormd worden, dezelfde luchtsoorten, waaruit de plant is opgebouwd. Er is dus zuurstof noodig, om hetgeen der plant tot voedsel gediend heeft, tot zijn oorspronkelijken toestand terug te brengen, waaruit onmiddelijk volgt, dat dit voedsel, bij de verandering die het in de plant ondergaan heeft, armer aan zuurstof moet geworden zijn.

Bij de levende dieren heeft een dergelijke terugkeer plaats, maar in omgekeerden zin. Terwijl de planten uit zuurstofrijke, zuurstofarme ligchamen vormen, wordt in het dierlijk ligchaam het plantaardig voedsel in het algemeen weder met meer zuurstof bedeeld, nadat het in het bloed is overgegaan. Met name heeft dit plaats in de longen, waar een deel van het voedsel langzaam verbrandt en daardoor bijdraagt tot onderhouding der dierlijke warmte (blz. 183). Er wordt door de hoogere dieren aanhoudend dampkringslucht (d. i.

voor een vijfde zuurstof) ingeademd en grootendeels koolzuur en waterdamp uitgeademd, zoodat het leven der dieren de hoeveelheid zuurstof der lucht doet verminderen en het koolzuurgehalte vermeerdert.

Maar dit koolzuur dient weder tot voeding van planten, welke daarvan de koolstof bewaren en de zuurstof afgeven. De hoeveelheid zuurstof in den dampkring zal dien tengevolge ongeveer dezelfde blijven (wat voor het leven van menschen en dieren noodzakelijk is), indien er eene zekere verhouding tusschen het aantal planten en dieren op aarde blijft bestaan.

Zoo keeren de bestanddeelen der dampkringslucht voortdurend tot haar terug, terwijl planten en dieren elkander wederkeerig onderhouden. De gewassen bereiden niet alleen het voedsel der dieren, maar zuiveren ook voor hen den dampkring. De dieren leveren in hunnen afval weder de bouwstof voor nieuwe planten.

Alle brandbare stoffen eindelijk, welke in het ligchaam der planten en dieren zijn opgehoopt, keeren na hunnen dood langzaam tot de lucht terug. Al wat in het leven der dieren slechts eene korte tijdelijke rol gespeeld heeft, en door hen in druipend vloeibaren of vasten vorm is afgescheiden, volgt denzelfden weg.

Immers men bespeurt bij de lijken van dieren en planten, en evenzeer bij de uitwerpselen der eersten, alras de neiging tot verandering.

De stervende bladeren worden geel en na eenigen tijd bruiner en bruiner, totdat zij, na hun afvallen, allengs den vorm verliezen en overgaan in eene zwarte stof, door de tuinlieden als bakaarde hoog geschat.

Wanneer het bloed niet meer rondloopt door het ligchaam, stolt het, en zijne bestanddeelen scheiden zich. Wanneer het lijk aan zich zelven wordt overgelaten, begint alras de ontbinding, en des te sneller, hoe hooger de warmte is, welke die omzetting begunstigt. Er ontwikkelen zich allerlei stinkende, grootendeels voor de gezondheid schadelijke luchtsoorten: het ligchaam valt uit een en wordt gedeeltelijk eene prooi van het ongedierte. Van het kunstig zamenstel, van het weleer zoo schoone voorkomen van het levende dier, is na eenigen tijd niet meer te vinden dan het geraamte. Ziedaar het welbekende lot, wat het ligchaam van alle levende wezens na hunnen dood te wachten staat.

Wanneer men echter zorgvuldig onderzoekt, waarin die ontbinding na den dood bestaat, dan vindt men hierin een streven der zamengestelde bestanddeelen van dieren en planten, om tot eenvoudige verbindingen terug te keeren; dan ziet men dat juist hierdoor

de voorwaarden tot een nieuw leven gegeven worden. Onttrokken aan den invloed van het leven, vallen zij uit een, en verbinden zich langzaam met de zuurstof der lucht, om eindelijk als koolzuur, waterdamp en ammoniak terug te keeren tot de dampkringslucht, waaruit zij afkomstig waren. Het is eene soort van langzame verbranding, die wel van geene zigtbare verschijnselen van warmte en licht vergezeld gaat; maar toch met regt den naam van *verbranding* mag dragen, wanneer men deze bepaalt, als eene verbinding der stoffen met de zuurstof der lucht (zie blz. 14).

Voordat echter de bestanddeelen en uitwerpselen der levende wezens na hunnen dood tot de lucht terugkeeren, doorloopen zij verschillende vormen. Er worden allerlei stoffen gevormd, zelve nog zamengesteld, en in het levend wezen niet voorkomende; stoffen, die onderscheiden zullen zijn, naarmate de ontbinding onder verschillende omstandigheden plaats heeft. Zoo veranderen b. v. de overblijfselen der planten onder water in veen, aan lucht en water blootgesteld in teelaarde.

Eene hoogst belangrijke reeks van ligchamen, tot deze tusschenvormen behoorende, zijn de zwarte stoffen, welke in elken goeden bouwgrond voorkomen en met een algemeenen naam *humus* of *teelaarde* genoemd worden. Zij bevatten nog de vier grondstoffen uit de levende natuur en hebben de eigenschap, om, terwijl zij uiterst langzaam geheel ontleed worden en in koolzuur, waterdamp en ammoniak vervallen, te voren niet alleen den ammoniak des dampkrings op te slorpen, maar ook bij hunne ontleding deze stof te doen ontstaan uit hunne eigene waterstof en de stikstof der lucht. Zij vormen zich uit de dierlijke en plantaardige overblijfselen bij eene bepaalde soort van rotting, doch hunne vorming kan, zoo de omstandigheden anders zijn, ook grootendeels worden verhinderd. Zij zijn voor den landbouwer van het hoogste gewigt, omdat zij een onmisbaar plantenvoedsel uitmaken, hetgeen men zich door eene doelmatige behandeling van den mest moet verschaffen. Zij zullen daarom in een later hoofdstuk uitvoerig worden beschouwd, doch thans wordt van die stoffen alleen melding gemaakt, om ze te doen kennen, als geplaatst tusschen de bestanddeelen van het levend wezen en die der dampkringslucht; als een deel uitmakende van den kring, waarin zich de brandbare stoffen op aarde bewegen.

Het schijnt bij eene oppervlakkige beschouwing, alsof de verbrandbare stoffen van dieren en planten niet alle van de lucht afkomstig zijn en ook niet alle daartoe terugkeeren. Want de landbou-

wer weet bij ondervinding, hoezeer de plantengroei bevorderd wordt door die zwarte stoffen in den grond; en ook de nieuwere onderzoekingen hebben het bevestigd, dat deze als zoodanig, voedsel der plant kunnen zijn en haar zelfs een gering deel der koolstof kunnen verschaffen.

Maar wanneer men bedenkt, dat deze stoffen overblijfselen zijn van vroegere dieren en planten, en dat zij zelve langzamerhand in luchtsoorten worden veranderd, dan wordt deze schijnbare tegenspraak opgelost.

Immers een deel dier vaste stoffen komt telkens van zelf tot de lucht terug, en wat betreft hetgeen in de planten overgaat, ook dit is eenmaal bestanddeel der lucht geweest. Want toen de eerste planten gevormd werden, waren er natuurlijk geene overblijfselen van vroeger planten (d. i. zwarte stoffen des bodems). De eerste schimmelplantjes op onze aardkorst, hebben uit den grond niet dan onbrandbare zouten kunnen ontvangen, en het overige van hun zamenstel uit de lucht moeten verzamelen, gelijk sommige plantjes dit nog verrigten. Na hunnen dood eerst hebben zij aan de eerste hoeveelheid humus het aanzijn gegeven. Oorspronkelijk zijn dus alle zwarte stoffen des bodems uit de lucht afkomstig.

Hiermede is dan het bewijs geleverd, dat het verbrandbare gedeelte der levende natuur zich in een voortdurenden kring beweegt, en uit de lucht afkomstig, deel neemt aan het leven van planten en dieren, om eindelijk tot de lucht terug te keeren en daardoor weder bouwstof voor nieuwe levende wezens te worden. Er is eene zekere hoeveelheid koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof op aarde, welke niet vermeerdert en niet vermindert, maar in verschillende verbindingen optreedt, nu eens in eenvoudigen vorm als bestanddeel des dampkrings, dan weder hoogst zamengesteld als deel van levende planten en dieren, eindelijk in een tusschentoestand als zwarte stoffen van den bouwgrond. De oorzaken, welke deze veranderingen te voorschijn roepen, zijn gelegen deels in de eigenschappen dier grondstoffen zelve, deels in de eigenaardige, ons nog onbekende werkingen, die van de kiem der levende wezens uitgaan.

Daar is eene zekere verhouding tusschen het aantal dieren en planten op aarde, want het bestaan der dieren is aan dat der planten gebonden. Uit de bekende veranderingen, door beide in den dampkring te weeg gebragt, volgt dat de menschen en dieren zelve een grens aan hun bestaan zouden stellen, zoo niet de planten de voortbrengselen der verbranding en der dierlijke ademhaling opnamen uit den dampkring en ze tot gezond voedsel verwerkten, terwijl zij

der lucht hare zuurstof terug geven. Omgekeerd maken de overblijfselen der dieren door hunne verrotting, d. i. door hunnen langzamen terugkeer tot den dampkring, een weligen plantengroei mogelijk.

Voorwaar, treffend eenvoudig is de natuur, te midden harer eindelooze verscheidenheid!

De waarheid van dit alles, afgeleid uit de verkregene kennis der natuur, is in de laatste tijden proefondervindelijk bewezen geworden, en deze proef is te belangrijk, dan dat wij ze niet met een enkel woord zouden vermelden.

Men heeft namelijk in beperkte ruimte de huishouding der natuur nagebootst en eene zoogenaamde: *Wereld in het klein* gemaakt. In eene groote, vierkante glazen kast werd eenige bouwgrond gebragt, met eene zekere hoeveelheid water. In dien grond plaatste men levende planten, en voegde daarbij enkele dieren (slakken en insecten). Daarna werd de glazen kast luchtdigt gesloten en aan zich zelve overgelaten. En ziet, de ondervinding heeft geleerd, dat zoo men de juiste verhouding tusschen het aantal planten en dieren heeft in acht genomen, het geheel aldus jaren lang zich zelf kan onderhouden. De planten groeijen in dien grond, en voeden zich met het koolzuur der lucht en de oplosbare stoffen des bodems. Het water, dat aan hare oppervlakte verdampt, slaat op de wanden der kast neer en komt op den grond terug, die dus altijd vochtig blijft. De dieren voeden zich met een gedeelte der planten en verschaffen deze wederom voedsel in hunne uitwerpselen en in het koolzuur, dat zij uitademen, terwijl de planten de lucht steeds van de noodige zuurstof voorzien. Planten en dieren sterven en verrotten, maar laten zaad en eijeren na, die in een volgend jaar zich ontwikkelen zullen, om wederom op dezelfde wijze elkander te onderhouden.

De toepassing van het bovengezegde op den landbouw is niet moeijelijk te vinden. Zij is in de hoofdtrekken dezelfde, welke wij bij de beschouwing der onverbrandbare stoffen hebben gemaakt. Wij hebben ook hier een kring ontdekt, welken de verstandige landbouwer zoo veel mogelijk aan zijn voordeel dienstbaar maken moet Ook hier zijn de stoffen onder sommige vormen in het bereik van den landman, onder andere niet.

De lucht is eene groote voorraadschuur van koolstof en stikstof, maar eerst door den plantengroei worden die stoffen vóór het gebruik van menschen en dieren geschikt gemaakt. Deze overgang van

bestanddeelen des dampkrings in het ligchaam der planten geschiedt slechts uiterst langzaam, waar de grond niet op de eene of andere wijze voldoende bemest is. Vooral is dit het geval met de voedselplanten voor menschen en dieren, welke, zoo als de granen en peulvruchten, eene groote hoeveelheid eiwitachtige stoffen bevatten.

Deze kunnen zich eerst dan krachtig en overvloedig ontwikkelen, wanneer de wel toebereide akker in ruime mate in al hare behoeften kan voorzien. De mest werkt hier, gelijk bij alle andere planten, voedend en prikkelend tevens; hij biedt koolzuur en ammoniak aan de wortels aan, en is eene ruime bron dezer stoffen, door de veranderingen, waarin hij zelf, deels ten koste der dampkringslucht, onderworpen is; hij wekt het leven der plantenwortels op door de omzettingen, die in hem zelven plaats hebben, en vermeerdert alzoo middellijk de opneming van voedsel uit de lucht.

Daar nu de landbouwer alleen bij een krachtigen plantengroei voordeel kan hebben, zoo volgt hieruit van zelf, dat hij aan den mest steeds hooge waarde moet toekennen.

Hij zorge dus dat er van de overblijfselen van dieren en planten niets verloren ga, en dat zij goed behandeld worden, ten einde in behoorlijken toestand op den akker te kunnen komen. Eerst dan zal het mogelijk zijn, dat de gewassen eene ruime hoeveelheid voedsel uit den dampkring opzamelen, en aanzienlijke oogsten opleveren. Eerst dan zal de landman den omloop der brandbare stoffen tot zijn voordeel kunnen wijzigen, wanneer hij de koolstof en stikstof des dampkrings als graan ter markt brengt, of daarin voedsel heeft voor zijn vee. Eerst dan eindelijk zal ook dit vee hem voordeel brengen buiten den mest, wanneer het geen karig, maar overvloedig en krachtig voedsel vindt; wanneer de juiste verhouding tusschen den voorraad van planten en dieren ook op den stal steeds bewaard blijft.

Op welke wijzen nu de landbouwer zulks het best kan verrigten, en welke middelen hem daartoe ten dienste staan, zal het onderwerp der volgende hoofdstukken uitmaken.

N. W. P. Rauwenhoff.

XI.

VERBETERING VAN DEN GROND IN HET ALGEMEEN.

In hetgeen tot nu toe behandeld is, heeft de lezer meermalen gelegenheid gehad op te merken, dat het geheele bedrijf van den landbouwer op den grond aankomt, dat het, behalve van den aard en de hoedanigheid van het zaaizaad enz., vooral van den toestand en van de bestanddeelen des bodems afhangt, of een landbouwer goede vruchten zal bekomen, inzonderheid of de vruchten zóó zullen zijn, als zij verkregen *kunnen* worden.

In vroegere hoofdstukken (II en III) is reeds uitvoerig gehandeld over de eigenschappen en bestanddeelen van gronden, en het is derhalve onnoodig, het dáár vermelde hier te herhalen, maar in verband tot hetgeen in dit hoofdstuk zal worden besproken, mogten wij niet nalaten, hierop terug te wijzen, dat zekere eigenschappen van gronden onmisbaar zijn, als men die gronden wenscht te bebouwen, en voorts dat dezulken bepaalde bestanddeelen moeten bevatten. Omtrent de eigenschappen en deze bestanddeelen is het noodige gezegd in hoofdstuk III, hetwelk daarin met proeven en opgaven daarvan is gestaafd.

In dit hoofdstuk moeten de verschillende middelen worden overwogen, door middel waarvan men gronden kan verbeteren. Verbeteren? En in den natuurstaat van onze aarde, in de streken van onzen aardbol, waar nooit één mensch eene spade in den grond heeft gebragt, of zaden opzettelijk heeft gezaaid, ontwaren wij niet alleen plantengroei, maar vinden wij zelfs gewassen, die geschikt zijn om ons voedsel en wat niet al meer te verschaffen!

't Is waar, dat men in die streken veel vindt, maar 't kan ook niet worden ontkend, dat de landbouwer van elken grond veel meer eischt, dan die grond uit zich zelven in staat is voort te brengen. Men verlangt slechts enkele gewassen te kweeken, die men ter voeding en tot vele andere doeleinden gebruikt. En vangt men daarmede aan, dan bewijzen ons de gevolgen, b. v. bij

ingedijkte polders, dat de grond na eenigen tijd niet meer oplevert, wat wij er vroeger van ontvingen, of wel in de meeste gevallen, dat onze gronden niet in staat blijven, al datgene op te leveren, wat wij er van wenschen te trekken.

Dat nu juist is het doel van een beredeneerden landbouw, om den grond zoodanig toe te bereiden en ter hulpe te komen, dat hij steeds oplevert, wat wij verlangen. Het behoeft echter wel niet opgemerkt te worden, dat hiervoor eene grens bestaat, die men niet te boven komen kan.

Voor wij er evenwel toe kunnen overgaan, de verschillende middelen, die ons daartoe dienstig zijn, te overwegen, moeten wij eerst zoo kort mogelijk nagaan, *door welke oorzaken een grond kan worden uitgeput of verarmd* [1]) om daarna de *middelen ter verbetering* te bespreken.

Over uitputting (verarming) van gronden.

Om in ons overzigt zooveel mogelijk orde te bewaren, zullen wij achtereenvolgens overwegen de uitputting van den grond:

a. door blijven liggen, als bouw- of boschland, zonder dat men hem goed bewerkt;

b. door bewerking zonder doelmatige en goed gekozen bezaaijing of door gebrek aan beschaduwende planten;

c. door den aard van den ondergrond;

d. door een te groot gehalte aan water;

e. door te veel of te weinig zamenhang zijner bestanddeelen, of in het algemeen door gebrek aan de noodzakelijke eigenschappen, welke men verbeteren kan door de eigenschappen van den eenen grond met die van een anderen te verbinden;

f. door te groot verlies aan verbrandbare en onverbrandbare bestanddeelen bij goede bewerking en vermenging.

Vangen wij aan met

a. Een grond kan uitgeput raken door te blijven liggen, (d. i. zonder goed bewerkt te worden) als bouw- en boschgrond.

---

1) Ware het woord *verslechten* bruikbaar, dan zouden wij dit liever hier en in het volgende gedeelte van dit hoofdstuk hebben geschreven dan *uitputten* of *verarmen*, omdat het veel beter uitdrukt, wat hier wordt bedoeld. Want uitputting heeft altijd plaats door uitspoeling of door onverstandigen bouw, en zonder deze beide kan een grond toch in deugdelijkheid verminderen, of zooals men ook wel zou kunnen zeggen, *vermageren*.

Als men een *bouwgrond* jaar in jaar uit dwingt, allerlei planten te dragen, maar men daarbij vergeet, dat de bebouwde laag geene eindelooze hoeveelheid bestanddeelen bevat, die ter plantenvoeding regtstreeks kunnen dienen, komt er natuurlijk eens een tijd, dat de grond weigert, om vruchten op te leveren. Dit geldt vooral van de onverbrandbare bestanddeelen des bodems, waarvan in bijna elken grond eene zekere hoeveelheid in oplosbaren en dus in een door de planten opneembaren staat verkeert, maar waaraan toch eens een einde komt, als men er geene zorg voor draagt, dat de dampkringslucht, de vochtigheid, warmte en lucht in den grond kunnen dringen en oplosbaar maken, wat nog niet oplosbaar was; dat er door ongelijkheid van den grond geene stoffen noodeloos worden verplaatst door regen; dat geene steenen de teedere planten-worteltjes in hunne ontwikkeling belemmeren, enz., enz. —

En hetzelfde is met *boschgrond* het geval. Wenden wij ons b. v. tot ginds liggend bosch. Daar heeft men eenige jaren geleden boomen geveld en den omgewoelden grond naauwelijks gelijk gemaakt. Er zijn langzamerhand grassoorten op gegroeid, maar op vele plaatsen is het gras weder verdwenen. En van waar dit verschijnsel? Op de kale, opene plaatsen in het bosch vielen geene naalden meer van de boomen, geene bladeren daarvan, en de zonnestralen, die den geheelen dag den grond beschenen, oefenden dagelijks een nadeeligen invloed uit, en daardoor zijn de zwarte stoffen, die langzamerhand in het bosch waren opgehoopt, gedeeltelijk ontleed en in den dampkring overgegaan. Zij zijn dus voor volgende boomen of planten verloren. — Nu willen wij geenszins beweren, dat dit voorbeeld van algemeene toepassing is voor ons Vaderland, want onze bosschen zijn niet oud genoeg en worden over het algemeen beter behandeld, maar wij kozen het, omdat het luide spreekt en duidelijk aantoont, dat

b. bezaaijing, beplanting vooral noodig is, als men een grond niet wenscht uitgeput te zien.

Want stel eens, dat men in de gemaakte openingen in den grond nieuwe boomen had geplant, dat men den opengeworpen grond rondom die nieuwe boomen had gelijk gemaakt, of dat men op groote opene plekken in het bosch planten had gezaaid, zoo als men bij ons te lande vrij algemeen doet, iets wat in andere landen b. v. in Saksen lang zoo algemeen niet geschiedt. Dan zou de uitputting aan verbrandbare stoffen, die wij zoo even beschreven, niet zijn geschied, want dan was de grond te veel beschaduwd geweest, dan

dat de zonnestralen in staat waren, hem uit te putten. En dat dit werkelijk zoo is, moge blijken uit het volgende voorbeeld. Een stuk gemest land, hetwelk 3 jaren lang geploegd en bewerkt werd, maar waarin geen zaad werd gebragt en waarin geene planten rustig groeiden, was na dien tijd even sterk uitgeput (d. i. in deugdelijkheid verminderd) als een ander eveneens bemest, even groot stuk land, dat in die 3 jaren 3 gewassen had voortgebragt. In het eerste geval waren het koolzuur en de ammoniak uit den grond verloren gegaan in de lucht, in het tweede waren zij opgenomen door de gekweekte drie gewassen.

Onder de oorzaken van uitputting van gronden noemden wij straks: *c.* den aard van den ondergrond. — En dit zal wel niet uitvoerig behoeven aangetoond te worden. Want 't is aan elk een bekend, dat de wortels van onze gekweekte gewassen vrij diep in den grond dringen.

Evenwel is het niet van algemeene bekendheid, hoe diep dat wel plaats kan hebben en daarom mogen wij er wel eenige voorbeelden van laten volgen, ontleend aan de nieuwste bepalingen, dienaangaande in Duitschland verrigt. Het volgende overzigt zal wel geene toelichting behoeven.

PLANTEN.	GEZAAID.	UITGEGRAVEN.	LENGTE DER WORTELS IN RIJNL. M.
Proeven in 1851.			
Winterrogge (vroeg gezaaid).	30 Aug. 1850......	10 Nov. 1851.	3—4 voet.
〃 (laat 〃	24 Sept. 1850......	〃	1¾—2¼ 〃
Dezelfde op harden grond	〃	〃	1¼ 〃
Wintertarwe in losseren 〃	〃	〃	7 〃
Dezelfde in harderen 〃	〃	〃	6 〃
Proeven in 1855.			
Wintertarwe (vroeg gezaaid).	26 Sept. 1854......	30 April 1855.	3 vt., 2 dm.
Dezelfde................	〃	14 Junij 〃	3 〃 11 〃
Wintertarwe (laat gezaaid)..	in het laatst v. Oct. 54.	26 April 〃	2 〃 11 〃
Dezelfde................	〃	8 Junij 〃	2 〃 7½ 〃
Winterrogge............	16 Sept. 1854......	29 April 〃	3 〃 9 〃
Dezelfde................	〃	13 Junij 〃	3 〃 9½ 〃
Winterraapzaad..........	20 Aug. 1854......	26 April 〃	3 〃 6½ 〃
Hetzelfde van eene vochtige plaats................	〃	〃	2 〃 9½ 〃
Winterkoolzaad..........	in het beg. v. Aug. 54.	30 April 〃	3 〃 10 〃
Hetzelfde..............	〃	7 Junij 〃	4 〃 2 〃
Tuinerwten............	5 April 1855......	5 Mei 〃	— 〃 10-13½ d
Dezelfde................	〃	6 Junij 〃	1 〃 8-10 〃
Dezelfde................	〃	in den bloei	4 〃 en langer.
Klaver, éénjarige planten..	〃	2 April 〃	3 〃 6 dm.
〃 tweejarige 〃	〃	〃	3 〃 10 〃

Is nu de ondergrond slecht, of is hij hard en ondoordringbaar, dan is het beste, hem met de bovenkorst te vermengen, of te verwijderen (oerbanken) of onschadelijk te maken, en in het algemeen om hem los te maken (dit kan evenwel bij grasland niet altijd geschieden) tot op zulk eene diepte, als noodig is, opdat de teedere plantenworteltjes zich vrij en zonder hindernis in de diepte kunnen uitstrekken. Want kan dit niet geschieden, dan zal de dunne bovenkorst niet lang planten opleveren, omdat zij binnen korten tijd hare voedzame en door de planten opneembare stoffen zal hebben afgeleverd.

d. Is de ondergrond hard en ondoordringbaar, dan wordt de grond uitgeput door een te groot gehalte aan water, omdat dit door den ondergrond niet kan heenzakken en dus ruime gelegenheid heeft, om den bovengrond te verzuren, d. i. eene veranderde omzetting te doen ontstaan van de plantenoverblijfsels, waardoor zuur veen in plaats van teelaarde (zwarten grond) gevormd, en waardoor plantengroei onmogelijk wordt, tenzij men de overvloedige zuren aan deze of gene stof (b. v. kalk) vastlegt. Kan dit nu later op deze of gene wijze wegvloeijen, dan neemt het daarenboven de bestanddeelen meê, die het had opgelost en dan zijn deze natuurlijk verloren voor de planten, die men op den bedoelden grond wenscht te kweeken. Dit voor zoover het stilstaande water betreft. — Maar er is ook nog een ander geval denkbaar, waarin een grond door te veel water uitgeput raakt. Want kan het water niet behoorlijk wegloopen, heeft men er niet voor gezorgd, dat het door greppels enz. gelegenheid heeft, voor zoover het te overvloedig in een land aanwezig is, weg te vloeijen, dan zal de bovengrond, de eigenlijke bouwvoor, van jaar tot jaar slechter worden, omdat de planten hoe langer hoe minder gelegenheid zullen hebben, om hare wortels in den grond te dringen, en voor een groot gedeelte zullen verrotten. Dan wordt de geheele grond zuur en dus voor plantengroei ongeschikt. Het overvloedige water moet dus kunnen wegvloeijen, de ondergrond en de bovengrond moeten water en wortels doorlaten.

In de vijfde plaats namen wij straks op onder de oorzaken van uitputting van grond

e te veel zamenhang zijner bestanddeelen, of in het algemeen door gebrek aan de noodzakelijke eigenschappen.

Want verhardt een grond, dan zal er moeijelijk lucht indringen, dan zal er geen vocht genoeg in worden opgenomen, dan wordt de grond te koud, omdat er ook geene warmte in wordt opgewekt, want

waar de lucht geen toegang heeft, daar is, scheikundige omzetting, die altijd warmte opwekt, onmogelijk. — En neemt de zamenhang te veel af, komt er gebrek aan verrotbare bestanddeelen, wordt de grond te los, dan zal er te gemakkelijk lucht indringen, dan zal hij te spoedig uitdroogen en zoowel in het eerste als tweede geval, namelijk, als een grond verhardt of te los wordt, zal hij langzamerhand ophouden vruchtbaar te zijn. Ook is het bekend, dat een ligtere grond spoediger uitgeput raakt, dan een zwaardere, en een drooge en warme veel sneller dan een vochtige en koudere. Dit voorkomt men, door meerderen of minderen zamenhang te bewerken, en in het algemeen door er voor te zorgen, dat de eigenschappen van den grond voldoen aan hetgeen dienaangaande in hoofdstuk III medegedeeld is, en door middelen, die wij straks overwegen bij de vermenging van gronden, waarbij men de gebreken van den een, door de deugden van den ander verbetert. — Ten laatste vermelden wij de uitputting van den grond

f door te groot verlies van verbrandbare en onverbrandbare bestanddeelen bij goede bewerking en vermenging. — Want ook in de planten zelve liggen vele oorzaken van het uitputten van den grond. Zoo zullen halmgewassen den grond eêr verarmen dan erwten, klavers, enz., niettegenstaande de laatste planten aan den grond in het algemeen meer bewerktuigde stoffen ontnemen dan de eerste, omdat de laatste den grond beter beschaduwen dan de eerste. De halmgewassen laten bij hun ijlen stand een gedeelte der bij de ontleding in den grond gevormde stoffen, ongebruikt uit den bodem ontwijken en nemen hunne bewerktuigde voedende stoffen hoofdzakelijk uit den grond. En de bladrijkere gewassen verhinderen het vervlugtigen dier ontlede bestanddeelen uit den grond en nemen bovendien door hunne bladeren eene groote hoeveelheid bewerktuigd voedsel uit den dampkring op, zoo als vroeger in hoofdstuk VII vermeld is. — Maar bovendien is het van groot belang ten opzigte van de uitputting van gronden, of de wortels der planten zich ver in den grond uitstrekken, al dan niet. En daarbij is het lang niet onverschillig, of men van de planten veel of weinig na den oogst in den bodem achterlaat. Want een gedeeltelijke oogst van sterk stikstofhoudende planten b. v. zal den grond meer uitputten dan een geheele oogst van een minder stikstofhoudend gewas. Zoo is het ook geenzins niet om het even (waarover in hoofdstuk V uitvoerig gehandeld is) of men planten verbouwt, die een langen tijd tot hare ontwikkeling behoeven, dan wel of zij die in korten tijd bereiken. En 't

nagewas is eveneens van belang. Want stelt men zich niet met een geringer nagewas te vreden, dan zal men twee betrekkelijk groote oogsten achter elkaâr van hetzelfde land nemen, die elk voor zich reeds veel aan den grond ontrooven, en dus beide na elkander, nog zoo veel te meer. — Dit alles voorkomt men derhalve door eene doelmatige opvolging der gewassen, d. i. van dezulken, die niet altijd en voortdurend dezelfde bestanddeelen uit den grond tot zich nemen, waarvan later opzettelijk sprake zijn zal; door toevoeging van allerlei stoffen tot den grond, door bemesting, waarvan in de volgende hoofdstukken zal gesproken worden. Evenwel mogen wij hier reeds het volgende voorbeeld geven, ten einde aan te toonen, dat een grond zonder opzettelijke toevoeging van stoffen, die ter plantenvoeding geschikt zijn, ten slotte door bebouwing moet uitgeput worden. — Door onderzoekingen namelijk, zijn de volgende cijfers gevonden:

	Stikstof.	Phosphorzuur.	Potasch.	Kalk en magnesia.	Kiezelzuur, aluinaarde, ijzer enz.
Een bunder middelmatig land bevat tot op eene diepte van ongeveer 1½ Ned. palm	1600	1700	1,5000	20,000	1,000,000 N.℔.
			waarvan 2400 oplosbaar		waarvan *zeer weinig* oplosbaar.
160,000 N.℔ droog graan bev.	1600	700	1000	700	3200 N.℔.
114,000 " " " gras "	1600	700	1900	700	2300 " "
100,000 " " " aardap. "	1600	650	2200	1100	300 " "
80,000 " " " klaver. "	1600	450	1600	1600	200 " "
80,000 " " " tabak. "	1600	400	1900	3200—4800	600 " "

Uit deze opgave volgt, dat men door voortdurend bouwen zonder mest een grond geheel en al kan uitputten. — Één oogst van 160,000 Ned. pd. droog graan of gras enz. heeft al het phosphorzuur noodig, dat in één bunder op eene diepte van 1½ Ned. palm bevat is. Wel is waar, is dit in het algemeen aan alle landbouwers bekend, maar men denkt er toch te weinig aan. — In Zeeland kweekt men soms 60,000 Ned. pd. beetwortelen pr. bunder. In andere streken van ons Vaderland spreekt men reeds van 80,000 Ned. pd. op eene zelfde oppervlakte. — Wordt het nu wel genoeg in het oog gehouden, dat men bij zulke verbouwing ook den grond zooveel te meer stoffen van buiten moet toevoegen in den vorm van goeden, doelmatig gekozen mest? — Want zoo men planten wenscht te verbouwen, die veel phosphorzuur b. v. behoeven, of waar men de planten b. v. granen tot hunne volkomene rijpheid in den grond laat verblijven, daar is

het onvermijdelijk, om in dezen of genen vorm phosphorzuur tot den grond te voegen. Ditzelfde geldt van potasch, enz., bij tabak, klaver, knollen, hakvruchten en groen voêr in het algemeen. En de praktijk bevestigt dit volkomen. Klaver groeit welig na eene bemesting met houtasch. Daarin is vooral potasch aanwezig. Een land, dat geene klaver meer opbrengen wil, noemt men klaverziek. Men geneest nu die ziekte door eene bemesting met houtasch. — Om niet te uitvoerig te worden, willen wij hier geene meerdere voorbeelden aanhalen, maar slechts nog vermelden, dat het misschien nergens duidelijker in het oog valt, op welke wijze men een grond kan uitputten, als men hem niet doelmatig bewerkt en van mest voorziet, dan in Noord-Amerika, waar men plaatsen aantreft, die voor 75—80 jaar per bunder 12—16 mud tarwe gaven, (voorzeker een zeer geringe oogst!) en die nu slechts $2\frac{1}{2}$ en hoogtens 4 mud opbrengen, terwijl de hooi-opbrengst eveneens van jaar tot jaar vermindert. —

Na deze algemeene opmerkingen over uitputting van gronden, zijn wij in staat de middelen na te gaan, door middel waarvan de grond kan verbeterd en in een goeden staat gehouden worden of wel om hem ter bebouwing geschikt te maken en te houden.

Men kan hierin op drieërlei wijze voorzien:

1 *door werktuigelijke middelen* en door *waterloozing;*

2 *door grondvermenging;*

3 *door bemesting.*

Deze willen wij achtereenvolgens nagaan, en vóór wij daartoe overgaan moge herinnerd worden aan hoofdstuk III, waarin is medegedeeld wat men verstaat onder eigenschappen van den grond en wat onder bestanddeelen daarvan. Wij beginnen met

1. *Verbetering van den grond door werktuigelijke middelen.*

Een stuk land, waarop nog nooit eene enkele plant opzettelijk is gekweekt, of dat volkomen onbebouwd en woest gelegen heeft, zal in bouwland herschapen, of wel, een sints langen tijd in gebruik zijnd bouwland zal verbeterd worden. — Men vangt daar natuurlijk aan met den grond zooveel mogelijk gelijk te maken, nadat men er de steenen en de wortels van boomen, voor zoover die aanwezig mogten zijn, zooveel mogelijk van heeft verwijderd. — En waarom maakt men dien grond gelijk? Niet slechts omdat men hem dan gemakkelijker zal kunnen ploegen, eggen en rollen, maar ook omdat dan

de stoffen, waaruit die grond bestaat, zooveel mogelijk gelijkmatig over den akker verspreid zullen zijn, wat het geval niet wezen zal, als de eene plaats hooger is dan de andere, en de laatste dus bij elke regenbui van hooger gelegen plaatsen eene zekere hoeveelheid oplosbare bestanddeelen zal ontvangen. Denkt men zich een kleiner of grooter dal tusschen twee heuvels uit goeden bouwbaren grond bestaande, in een tijd, dat het sterk regent, dan zal men gerustelijk mogen beweren, dat dan dat dal van allerlei stoffen zal worden voorzien, en de bewoners van een groot gedeelte van Utrecht, en van een groot gedeelte van Gelderland weten het maar al te goed in het groot, hoe soms door ééne regenbui vele stoffen sommigen hunner landen verlaten, doordat zij hooger liggen dan de onmiddellijk daaraan grenzende. In het klein, en naar men kan, ook in het groot, zorgt men er dus voor, dat de grond zoo veel mogelijk gelijk ligt. Zoo heeft men in België, namelijk aan de grenzen van Zeeuwsch Vlaanderen, de rij van zandheuvelen gedeeltelijk afgedragen en geheel plat gemaakt, en nog niet lang geleden is in ons land het gelijkmaken van gronden door een landbouwer op grond van ondervinding aangeprezen.

Wat nu verder moet gedaan worden, als de grond zooveel mogelijk is gelijk gemaakt, als alle gaten en kuilen zijn digtgeworpen, en alle heuvels of verhevenheden geslecht, ligt voor de hand. Men graaft namelijk slooten en togten. De eerste dienen voor de afwatering, de laatste voor de uitwatering, b. v. in polders, en waar de ondergrond hard is en ondoordringbaar, waar men banken aantreft, of waar de hoedanigheid van den grond dit eischt, legt men den grond droog, door middel van drains d. i. gebakken aarden buizen, die men kan leggen, of regt op staande kan plaatsen, of door middel van boorgaten, die men in den ondergrond maakt. Over dit droogleggen zal in een later hoofdstuk uitvoerig worden gehandeld en het is dus niet noodig, daarover hier breedvoerig te spreken. Alleen moge er hiervan worden vermeld, dat men deze bewerking daar vooral behoeft, waar men door slooten en greppels niet zooveel water kan loozen, dat de planten er geene schade door ondervinden; met andere woorden, waar het water dus blijft staan tot op zulk eene diepte onder de bouwvoor, dat de plantenwortels niet zóó diep in den grond kunnen dringen als zij verlangen.

Maar de aldus bewerkte grond kan nog niet als bouwland gebruikt worden. Men behoort vooraf den bodem los te maken, want hier en daar zijn er zeer zamengepakte gedeelten en die zamenpak-

king moet verminderd worden. Evenwel zou het opheffen of het verminderen van dien zamenhang nog geenszins den grond blijvend verbeteren. De grond moet worden omgezet of omgekeerd en met het onderliggende vermengd. Sints jaren hebben misschien planten gegroeid op den grond, dien wij bebouwbaar moeten maken. Daardoor is eene zwarte laag ontstaan, die aan de onderzijde waarschijnlijk wel de beste wezen zal, althans wat hare onverbrandbare bestanddeelen aangaat, ofschoon het zeker is, dat nieuwe grond bovengebragt altijd een tijd lang minder vruchtbaar zijn zal, dan hij wezen kan, omdat de lucht er te weinig in is doorgedrongen en er dus te weinig omzetting in zijne verbrandbare stoffen heeft plaats gehad. Want gedurende zóó geruimen tijd zijn door regenwater zoovele stoffen naar lager liggende lagen gespoeld, en bovendien door inwerking van het zonnelicht enz. vele stoffen aan de bovenzijde van die laag in luchtvormige bestanddeelen ontleed en in den dampkring overgegaan. De bovenliggende laag der zwarte bovenkorst is dus de slechtste, en wij zullen het best handelen met haar om te zetten. De bovengrond is *te veel* aan de lucht blootgesteld geweest, de ondergrond te *weinig*, en door omzetten verkrijgt men dus eene meer *gelijkmatige* inwerking van de lucht, want het kan nooit de bedoeling zijn, om onvruchtbaar geworden grond onder te brengen, daar de wortels der planten diep gaan, en dan hoe langer hoe minder voedsel zouden vinden. Evenwel wordt hetgeen dan bovenkomt niet op eenmaal zóó vruchtbaar als het wezen kan, ja is zelfs soms in den beginne onvruchtbaar, want de dampkringslucht moet daarop inwerken ter bereiking der hoogste vruchtbaarheid. Maar wij hebben door die omzetting het voordeel, dat de bestanddeelen, die onderliggen, tot eene zeer groote mate bovenaan zullen komen, en in elk geval, dat de bestanddeelen van de bouwvoor gelijkmatiger daarin zullen verdeeld worden. En tevens zal er onkruid worden vernietigd, wat zeker op den ons ter bebouwbaarmaking gegeven grond gevonden wordt, als de wortels daarvan geheel of gedeeltelijk vernietigd zijn en als deze daarbij gedurende zekeren tijd aan de regtstreeksche inwerking van lucht en licht, om zoo te zeggen, van weer en wind zijn blootgesteld. — Dus losmaken, omkeeren van den grond, vermengen der bestanddeelen, vernietigen van onkruid. — Maar er is nog meer. De zuurstof van de dampkringslucht moet de verrotting of de omzetting bewerken van de stoffen, die juist in den grond door hare verrotting, hare omzetting werkzaamheid zullen opwekken, en tot plantenvoedsel geschikt zullen worden. Want als wij een grond los-

maken, omkeeren, dooreenmengen en daarbij zooveel mogelijk van onkruid bevrijden, dan brengen wij hem tevens in aanraking met dampkringslucht (waarin zuurstof) en wel zijne verschillende bestanddeelen, die vroeger geheel of gedeeltelijk daarvan afgesloten waren, omdat zij op zekere diepte onder de oppervlakte lagen en niet dan gebrekkig met de lucht, en slechts voor zóover die in den zamengepakten grond kon indringen, in aanraking kwamen. Tevens geven wij aan de planten, die in den grond zullen gebragt worden, de gelegenheid, om hare wortels vrij uit te spreiden in den lossen en met lucht, met warmte dus, maar ook met vochtigheid doordrongen grond, terwijl het zaad tevens onder den grond gebragt wordt. — Om al de genoemde redenen zetten wij onzen grond dus diep om. Maar op welke wijze? Door spitten of door ploegen? En door middel van welken ploeg? Hoe diep zullen wij den grond omzetten? Hoe breed zal dan de voor moeten zijn? Zal de losgewoelde grond hoog moeten worden omgeworpen? Zal er met ronde akkers worden geploegd of met vlakke? En bij welke weêrsgesteldheid zal het 't best geschieden? Ziedaar zeer belangrijke vragen, met wier beantwoording wij ons nu zullen gaan bezig houden.

Zal men spitten of ploegen? Het is moeijelijk op deze vraag een bepaald antwoord te geven. Het hangt meestal van plaatselijke omstandigheden af. Waar men een klein stuk land te bewerken heeft, daar zal men spitten; waar men in korten tijd veel land moet omzetten, daar zal men ploegen. Bovendien behoort men ter goede beantwoording te weten, of hij, die den grond bewerken zal, paarden tot zijne dienst heeft of daarvoor veel geld betalen moet in daghuur, want de onkosten van spitten of ploegen beslissen in verreweg de meeste gevallen, wat men van deze beiden zal toepassen. Maar daarenboven komen beide wijzen, om een land om te zetten in zóó ver op hetzelfde neêr, dat men in beide gevallen in de hoofdzaak hetzelfde bewerkstelligt, namelijk dat men wat onder lag bovenbrengt en omgekeerd, of althans dat men het onder- en bovenliggende in zekeren zin, ofschoon dan ook weinig, met elkander vermengt. Wel is waar verdient het spitten in meer dan één opzigt de voorkeur, want daarbij is het onderste gedeelte van wat men met de spade aanraakt zeer ongelijk van oppervlakte, omdat niet elk spit even diep zal zijn, en laat dus gemakkelijker water door en ook de aanstaande plantenwortels. Maar het ploegen is goedkooper en gemakkelijker in het groot uitvoerbaar. Men kan immers in denzelfden tijd veel meer oppervlakte land ploegen dan spitten? In den

tuinbouw ploegt men in het algemeen niet, maar spit, en bevindt zich daarbij in het algemeen beter.

Men is tot het eindbesluit gekomen, dat men geene handen genoeg beschikbaar heeft, dat spitten te kostbaar is, en men ploegt dus, door welke bewerking men, zoo als uit het gezegde volgt:

a. den grond losmaakt; *b.* eene goede vermenging zijner bestanddeelen bewerkt; *c.* onderliggende aardlagen boven brengt; *d.* vochtigheid opvangt; *e.* onkruid vernietigt; *f.* mest en zaad onder brengt.

Maar welken ploeg zal men gebruiken? Dat laten wij voor het oogenblik geheel en al onbeslist. Men neme slechts een goeden ploeg, d. i. een zoodanigen, die den grond, welken hij omkeert, geheel plat afsnijdt, en niets daarvan op den bodem laat liggen; die den grond, al naar het verschillende doel al of niet geheel en al doet omvallen, en hem slechts eene schuinsche rigting geeft; die niet te veel trekkracht vereischt en dus de ploegende paarden niet te veel vermoeit, en die goed in den grond blijft (bij balansploegen).

Wij veronderstellen, dat men kennis genoeg heeft, om zijn ploeg naar al de vereischten te keuren en dat men er een heeft uitgekozen, die goed en doelmatig mag heeten. Hoe diep zal men nu ploegen? Dat hangt van allerlei omstandigheden af, maar diep is in elk geval verstandig en in het algemeen 9—10 ned. duim minstens, om het even hoedanig de grond is. Wenscht men dieper te ploegen, dan laat men soms twee ploegen achter elkaâr volgen, maar loopende in de door den eersten gemaakte voor. Gemakkelijker is het evenwel om dan in plaats van den tweeden ploeg een zoogenaamden grondwoeler te bezigen, waarover wij zoo even uitvoeriger zullen spreken. Men ploegt ook wel ter diepte van 15—18 duimen op dezelfde wijze, dan neemt de eerste ploeg meestal 7—8 duimen grond weg en de tweede onder in de voor 5—7 duim, welke bij de eerste strook geworpen worden. Wenscht men deze soort van ploeging toe te passen, dan behoort men zich vooraf verzekerd te hebben, dat de grond ter diepte van 15—18 duimen werkelijk geschikt is, om boven gebragt te worden.

Hoe breed moet de voor zijn? Hare breedte is evenredig aan hare diepte. Eene zeer breede en dunne strook grond valt plat om; eene smalle en dikke voor blijft vast staan, en in beide gevallen mag de beploeging slecht heeten, behalve b. v. bij oud weiland, waar plat omleggen goed is. — Meestal maakt men de voor breed, en niet dik. Men doet dan ook meer werk in denzelfden tijd. Maar de grond is dan niet diep genoeg omgelegd. De damp-

kringslucht kan er dan niet goed op inwerken, wat wel geschieden zal, als de voor eene diepte heeft van 3, bij eene breedte van 2; dan zal zij onder een hoek van 45⁰ worden omgeworpen. Voor het overige meenen wij al hetgeen verder omtrent de voor zou kunnen worden medegedeeld, met stilzwijgen te mogen voorbijgaan, omdat het niet noodig is, hier eene onderrigting in het ploegen te geven, wat elk kundig landbouwer goed behoort te kennen, en waarin hij dus, zoo als mag verwacht worden, geene hulp behoeft.

Op welke wijze zullen wij de akkers maken? In het algemeen moge daarvan hier worden medegedeeld, dat men ligten grond minder afhellend maakt, dan zwaren, opdat de grond niet door den regen worde weggespoeld naar de zijden. En wat zijn die akkers? Dat zijn boogvormig liggende gedeelten van den akker, die men zoodanig heeft geploegd, dat hun middelgedeelte (de rug) hooger ligt dan de beide uiteinden (de zijden), wel te verstaan in de breedte. Men ploegt nu plat en in ronde akkers. In den laatsten tijd heeft men (en vooral op drooggelegden grond) het ploegen in ronde akkers voor een groot gedeelte afgeschaft, en op die wijze veel plaats gewonnen op een land, waarvan vroeger altijd tusschen twee akkers eene opening bleef, waar men niet zaaide, en daarenboven heeft men hierdoor veel uitspoeling door regen vermeden. Of men nu vlak dan wel met ronde akkers ploegen moet, hangt voor een groot deel af van de diepte, waartoe men in een akker graven moet, voordat men de wel bereikt, en van den zamenhang van den grond. Want zwaren grond, zoo als b. v. in Zeeland, in Groningen hier en daar, in Friesland, legt men meestal in kleine ronde akkers. Overigens meenen wij over deze bijzonderheden van het ploegen hier verder te mogen zwijgen, omdat het ons hier alleen te doen is, om de hoofdoorzaak van deze bewerking te onderzoeken, haar nut aan te toonen en rekenschap af te leggen, waarom men in het algemeen ploegt, en geenszins om eene beschrijving van den ploeg en het ploegen te geven. Bekwamer pennen hebben daarvan reeds in onze taal het een en ander medegedeeld, en het is niet noodig, dat alles hier te herhalen.

Er zijn evenwel nog een paar zaken, waarop wij niet mogen nalaten met een enkel woord te wijzen, namelijk het gebruik maken van den *ondergrondsploeg* (aldus ten onregte genaamd, omdat hij niets anders is, dan een ondergrondswoeler) in ouden grond, waarmeê de beantwoording der vraag, of men altijd even diep moet ploegen zamenvalt.

De ondergrondsploeg dient, om den ondergrond, d. i., het onmiddellijk onder de bouwvoor liggende gedeelte, los te maken, niet om het aan de oppervlakte van den akker te brengen. Door het voortdurend ploegen van een bebouwden grond is een gedeelte daarvan ten allen tijde meer of min los gemaakt en omgeworpen en zal in zamenhang reeds daardoor alléén zeer verschillen van hetgeen daaronder ligt en tot waar de ploegschaar niet reikte. Ploegt men nu steeds even diep, dan kan het niet missen, of in zulk land zal men op zekere diepte eene vrij scherpe afscheiding vinden tusschen de bouwvoor en den ondergrond, ter plaatse waar de ploegschaar is heengegaan. Men kan zulks duidelijk voelen. In zulke gronden zal de ondergrondsploeg dus boven alles invloed uitoefenen, door den ondergrond los te maken en aan de worteltjes der planten gelegenheid te geven met meer gemak in diepere lagen in te dringen en daar voedsel te zoeken voor het leven der gewassen. Maar ook — al ploegt men niet altijd even diep — kan bijna overal de ondergrondsploeg in ouden grond nuttig werken. — Door hem worden in elk geval de onder de bouwvoor liggende lagen los gemaakt en derhalve ook beter met lucht en vochtigheid doortrokken, dan wanneer zij vast in een liggen. En lucht en water — wij zagen dat reeds meermalen, — zijn de eerste vereischten, als er werkzaamheid in den grond verlangd wordt. Bouwen wij dus naar goede, onloochenbaar verstandige regels, dan bezigen wij den ondergrondsploeg meer dan men gewoonlijk doet, en wel om het even of wij gewoon zijn telkens even diep te ploegen, wat in het algemeen moet worden afgekeurd. Ten slotte moge hier nog over het ondergrondsploegen worden bijgevoegd, dat in zeer ondoordringbare, toezuigende gronden de ondergrondsploeg alleen dan werken kan, als de grond vooraf is afgewaterd door greppels of nog beter door buizen, omdat hij anders terstond weêr digt zuigt, en dat het ondergrondsploegen boven het spitten de voorkeur verdient, als de ondergrond onvruchtbaar is en omgekeerd, want de ondergrondsploeg maakt alleen den ondergrond los, en door spitten maakt men hem los en brengt hem daarbij boven.

Nu hebben wij onzen grond gelijk gemaakt; wij hebben voor afwatering en uitwatering op verschillende wijzen gezorgd; wij hebben hem losgemaakt tot op zekere diepte, gemengd, gekeerd en zooveel mogelijk van onkruid bevrijd. Maar ter bebouwing is hij nu nog geenszins geschikt. Hij is niet genoeg gemengd, hij is niet fijn genoeg verdeeld, althans de verdeeling kan nog beter geschieden en daarvoor dienen nog andere bewerkingen.

Wij hebben nog geen gewag gemaakt van een werktuig, dat algemeen wordt aangewend, om de kluiten, die op het geploegde land zijn blijven liggen, te breken. Elk onzer lezers denkt om de *egge*, die men gebruikt *a.* om het zaad, nadat het is uitgezaaid, met grond te bedekken, maar die ook uitmuntend geschikt is, *b.* om vóór het zaaijen den grond zoo innig mogelijk te mengen, te verdeelen, en te breken, en die mede goede diensten doet om *c.* wortels en onkruiden weg te nemen. — Wij spreken hier over de beste wijze om den grond te bewerken, voordat men er het zaad inbrengt, en zijn der meening toegedaan, dat men in vele gevallen (vooral in zeer zware gronden) verstandig handelt, om te eggen reeds vóór dat men zaait. Bij de bemesting komen wij op de egge terug, die aan elk een genoeg bekend is en die wij hier niet nader behoeven te beschrijven. Nog moge er dit over gezegd worden, dat men gewoonlijk egt, voordat de grond geheel is gedroogd, want de voor, die men heeft bovengebragt, zal gewoonlijk vochtig zijn. Behalve dat men den grond door eggen fijn maakt, breekt men ook door eggen de wortels van onkruiden, die men door ploegen los heeft gemaakt, brengt ze boven en stelt ze dan aan lucht en licht bloot. — Het is ook niet noodig hier te spreken over de werktuigen, die men hier en daar in plaats van eggen, of nog daarenboven gebruikt, en de namen van exstirpator en scarificator zullen menigen lezer de overtuiging geven, wat wij bedoelen. Ook zijn dit werktuigen, die men meer gebruikt, met het doel om onkruiden te wieden, dan wel om gronden los te maken, ofschoon zij behalve het eerste, zeker ook het tweede verrigten. Evenmin behoeven wij hier uit te weiden over de spade, het houweel, den hak, den schoffel, den hark, den gaffel en den greep (griep of drietand), al welke werktuigen men bezigt, om gronden los te maken. — Slechts dit moge er van worden vermeld, dat de greep tot het bevrijden van onkruid de voorkeur verre verdient boven den schoffel, omdat deze even als de ploeg in zekere mate den grond op zekere diepte zamendrukt.

Beter besteden wij de ons toegestane ruimte door met eenige weinige woorden opmerkzaam te maken op den *rol* en het *rollen*, wat gewoonlijk veel te weinig geschiedt. Het is evenwel voor verreweg de meeste gronden nuttig, ofschoon de nuttige werking grootendeels afhangt van het meer of minder drooge weder, dat men uitkiest. Want is deze keuze verkeerd, dan kan het rollen soms schadelijk zijn, omdat het b. v. den grond te veel gesloten heeft. Men kan met een rol *a.* kluiten breken, *b.* den grond gelijk maken, *c.* in-

sekten dooden, *d.* molshoopen digt maken, *e.* den grond beter op het zaad drukken, en vooral kan in het voorjaar *f.* het rollen dienst doen op die landerijen, waarop in den winter eenig gewas gestaan heeft, dat door het uitvriezen van den grond, d. i. door het uitzetten van het daarin tot ijs bevrozen water, eenigzins is opgeligt. In het algemeen rolt men, als de grond goed gedroogd is, en bezigt deze bewerking niet op natte en vochtige gronden, die van nature toch reeds te zeer gesloten zijn en waarlijk niet meer in één gedrukt behoeven te worden. Voorts is rollen een onschatbaar middel ter verbetering van weiland en elke tuinman weet zeer goed, dat hij de fraaiste Engelsche grasperken vooral dáár zal verkrijgen, waar de gelegenheid bestaat, om ze dikwijls te rollen.

Men mag er zich in ons vaderland hartelijk over verblijden, dat men door het aanschaffen van verbeterde ploegen, eggen, rollen, en allerlei werktuigen, tot hetzelfde einde dienende, er veel meer dan vroeger naar streeft, om de eigenschappen van den grond te verbeteren. — Maar er zijn ook nog andere middelen om die verbetering bevorderlijk te zijn en over een dier middelen willen wij nu spreken en wel

2. *Over de verbetering van gronden door middel van grondvermenging.*

Reeds vroeger (IIIe hoofdstuk bl. 55) is, nadat gesproken was over de verschillende soorten van gronden, die men kan aannemen (kleigrond, zandgrond, kalkgrond en zwarte grond), gezegd: "dat eene menging van zand-, klei- en zwarten grond (humus) die juiste maat van goede eigenschappen aan gronden kan mededeelen, welke hun tot den hoogsten trap van vruchtbaarheid kan opvoeren."

Om deze redenen moeten wij hier noodzakelijk met eenige weinige woorden melding maken van eene wijze van verbetering van gronden, die wij reeds vroeger in de tweede plaats hebben aangenomen.

Om onze lezers een duidelijk denkbeeld te geven van het voordeel, dat men door vermengen van verschillende soorten van gronden bereiken kan, willen wij een kort verslag geven van praktische proeven, die in Frankrijk in der tijd zijn verrigt en die luider spreken dan eene lange reeks van redeneringen.

De proeven werden genomen op 5 akkers, elk $\frac{1}{2}$ bunder groot. De gronden bleken bij onderzoek te bestaan uit:

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.
Zand	60	15	52	20	45.
Klei	25	20	10	65	35.
Kalk	15	65	38	15	20.

Deze verschillend zamengestelde halve bunders waren in het jaar vóór de proeven allen gezomervaagd, en werden bemest elk met 6 voeren mest, elk voer bespannen met 6 paarden. Men verdeelde nu elk half bunder in 3 gelijke deelen, en zaaide hierin tarwe, rogge en haver, van elk 25 ned. pd. zaad. — Men verkreeg bij den oogst de volgende uitkomsten in gewigt:

	Opbrengst in Ned. ℔					
	Tarwe.		Rogge.		Haver.	
	Graan.	Stroo.	Graan.	Stroo.	Graan.	Stroo.
Grond No. 1	54	258	172	1342	57	163.
〃 〃 2	57	127	104	782	53	167.
〃 〃 3	52	262	201	1420	57	142.
〃 〃 4	108	446	162	1302	123	380.
〃 〃 5	290	1080	458	1208	246	810.

Uit deze cijfers volgt: dat No. 2, die het meeste kalk bevatte, den minsten oogst gaf; No. 1 en 3, die het meeste zand bevatten gaven minder oogst dan No. 4 en 5; No. 4 (kleigrond) gaf een grooten oogst, ongeveer het dubbel van No. 1, 2 en 3, maar toch nog de helft minder dan No. 5, in welken grond de bestanddeelen: zand, klei en kalk in eene goede verhouding tot elkander voorkwamen.

Ziedaar onze bewering van zoo even zeker met niet onduidelijke cijfers bewezen, waarbij wij nog de volgende vier punten mogen voegen, die uit het zoo even genoemde onderzoek gevolgd zijn:

1. Een grond zal dan alleen de gewenschte eigenschappen bezitten, als hij zand, klei en kalk bevat;
2. Een grond zal dan vooral goed, zelfs uitmuntend en zoo goed mogelijk mogen heeten, als hij van de 3 genoemde bestanddeelen ongeveer gelijke hoeveelheden bevat, ofschoon deze regel niet *overal* doorgaat, hetgeen voor onze minder kalkhoudende gronden een groote troost is. — De oorzaak van deze groote deugdelijkheid van gronden, die ongeveer evenveel klei, kalk en zand bevatten, is waarschijnlijk de graad van verdeeling, waarin zij gebragt worden door den kalk, en is dus een gevolg van de verbeterde eigenschappen van den grond, en tevens vooral

van de eigenschap, om bij afwisselend droog en vochtig weder, steeds gelijkmatig vochtig te blijven (mits behoorlijk diep losgemaakt). Want onze Zeeuwsche akkers zijn immers ook in hooge mate vruchtbaar, en bevatten toch soms bijna niets anders dan klei?

3. Een grond zal in vruchtbaarheid verminderen, of onvruchtbaar worden, als hij slechts de eigenschappen bezit van één der drie genoemde inmengselen.
4. Door vermengen van verschillende gronden (vooral de 3 genoemde soorten), in zulke mate, dat zij ongeveer tot gelijke hoeveelheden zijn gemengd, ziet men meer vruchten van den mest, en is men in staat uitnemend vruchtbare gronden te vormen.
5. Eindelijk volgt uit deze proeven duidelijk, dat het eene gewas meer voor den eenen, het andere voor den anderen grond geschikt is, b. v. rogge voor zandgrond, tarwe voor kleigrond enz.

Nu evenwel moeten de middelen worden overwogen, die zoo velen in hunne magt hebben, om door grondvermenging hunne bezittingen op eene gemakkelijke en vrij onkostbare wijze te verbeteren.

Zoo kan een landbouwer, die zwaren kleigrond bezit, dien langzaam verbeteren, door hem te bemesten met mest, waarin hij zand heeft gemengd; eene handelwijze, die menig landbouwer van de klei reeds met goed gevolg in praktijk brengt. In Zuid-Holland b. v. gebruikt men duinzand ter verbetering van kleigronden, en Schiedamschen koemest, met duinzand bestrooid. — Over zandgronden is de omgekeerde wijze aanbevelenswaardig. Men bemeste die gronden met dierlijken mest, waartoe men van tijd tot tijd klei heeft gevoegd. Deze handelwijze wordt, zoover ons bekend is, weinig in toepassing gebragt. En toch, hoe gemakkelijk zou men hier en daar de groote massa's zand, wier vervoer men zich getroost ter onderstrooijing in de schaapskooijen, niet door kleine hoeveelheden klei van zijne eigene akkers kunnen vervangen b. v. in sommige gedeelten van de provincie Utrecht, waar men bezittingen aantreft, die uit zand- en kleigronden bestaan?

Ook is het in ons vaderland bekend, dat men dalgronden bebouwbaar kan maken door de overgebleven veenbanken met zand te vermengen. Zoo voorkomt men daar de nadeelen, die eene te groote hoeveelheid zwarte grond oplevert. Evenwel vereischt deze wijze van grondvermengen meer kosten, dan die welke wij zoo even voor klei- en zandgronden aangaven.

In ons vaderland is het grondmengen (door grond soms op eene vrij groote diepte uit te graven en boven te brengen) hier en daar

met voordeel toegepast, zoo als onder meer andere plaatsen b. v. op de landhoeve den Eng, waar deze handelwijze sints ruim 25 jaren met groot voordeel wordt gevolgd. Zelfs is daar de grond soms 1½ el diep uitgegraven, nadat het uit een scheikundig onderzoek van eene op die diepte aanwezige aardsoort gebleken was, dat daarin eene groote hoeveelheid kalk voorkwam, en de kostbare bewerking derhalve met gegronde hoop op goedslagen kon aangevangen worden.

En hoe kan men in het algemeen te weten komen, of eene dusdanige menging van klei, zand, kalk (mergel) en humus nuttig in de gevolgen zijn zal op onze gronden? Daarover is reeds in het IIIe hoofdstuk gehandeld en het is dus niet noodig, om er hier andermaal op terug te komen. Te hopen is het, dat eene verbetering van gronden door eenvoudige vermenging, waartoe men zeer vele jaren des noods kan besteden, in ons vaderland meer en meer gebruikelijk moge worden, vooral omdat 'er daartoe zoo uitgestrekte gelegenheid bestaat. — Ten slotte moeten wij spreken over

3. *Verbetering van gronden door bemesting.*

Behalve de beide reeds genoemde wijzen om gronden te verbeteren, is er nog eene algemeen in gebruik, waarover wij tot nog toe niet dan zeer ter loops gesproken hebben. Zij is die door regtstreeksche bemesting, d. i. door mededeeling aan den akker van die bestanddeelen, welke in hoofdstuk VII zijn aangegeven als volstrekt onmisbaar ter plantenvoeding. En dat eene dergelijke toevoeging dier zelfstandigheden noodzakelijk is, blijkt reeds bij de eenvoudige beschouwing van de hoeveelheden stoffen, die zoowel van verbrandbaren als van onverbrandbaren aard in b. v. 100 deelen eener plant voorkomen, en die in hoofdstuk V zijn opgegeven, welke wij hier niet behoeven te herhalen. Met elken oogst berooven wij den akker, die de geoogste planten droeg, van zóóveel verbrandbare en onverbrandbare bestanddeelen, als uit dien grond door de daarop gegroeide planten waren ontnomen, en bedenken wij daarbij, dat de onverbrandbare stoffen *alleen* en de verbrandbare *voor een zeer groot gedeelte* uit den bodem in de planten geraken, (zie hoofdstuk X), dan kan het ons niet verwonderen, dat er zonder opzettelijke toevoeging tot den grond van de bestanddeelen, welke men er in den vorm van dezen of genen oogst van heeft verwijderd, weldra een jaar komen zal, hetwelk ons in het schrale gewas het bewijs levert, dat onze grond is uitgeput. — Om dezen door niemand ge-

wenschten staat van zaken te voorkomen, bemest men de gronden d. i. men voegt er stoffen toe, van allerlei aard (van dieren, planten, delfstoffen en mengsels van 2 dezer soorten of alle 3 gemengd), die aanvullen, wat verwijderd werd met de verschillende oogsten.

Maar niet alleen om deze reden gebruikt men meststoffen. Want door gebruik te maken van dierlijken mest, die voortdurend in omzetting verkeert, deelt men die omzetting, die ontleding ook aan de bestanddeelen meê, waaruit de grond bestaat, en die nog niet ter plantenvoeding geschikt zijn; — men sleept ze mede en maakt die zelfstandigheden door ze met in rotting verkeerende stoffen in aanraking te brengen en te laten, onder toetreding van lucht, warmte licht en vochtigheid in den goed geploegden, geëgden en gerolden akker, langzamerhand geschikt om in andere verhouding, dan zij vroeger waren, of met andere stoffen verbonden, dan vroeger het geval was, oplosbaar te worden, en dus door de worteltjes der planten te worden opgenomen; want géen bestanddeel van den grond treedt in de planten, zoo het niet in oplosbaren vorm in den grond voorkomt.

In de volgende hoofdstukken (XII, XIII en XIV) zal meer in bijzonderheden over bemesting met verschillende stoffen worden gesproken, waartoe het hier de plaats niet is.

Dr. L. Mulder.

XII.

DIERLIJKE MEST.

In het vorige hoofdstuk zijn de bewerkingen besproken, welke een grond moet ondergaan, als hij aan planten ter *inwoning* zal kunnen strekken. Maar de grond moet de planten ook *voeden*. En wij zagen reeds vroeger, dat daartoe ten laatste stoffen van buiten opzettelijk moeten aangebragt worden. Want evenals de landman rijkelijk en krachtig voedsel geeft aan de dieren, die hij wenscht vet te mesten en niet slechts een warmen, reinen stal en een geschikt leger, zoo zorgt een verstandig landbouwer er voor, dat zijne planten behalve eene aangename en geschikte woonplaats (een diep losgemaakten, warmen en vochtigen grond) tevens ook overvloedig en krachtig voedsel ontvangen. Hij mest ook zijne planten met doelmatig gekozen zelfstandigheden, en deze zijn het juist, waarover dit hoofdstuk en de beide volgenden zullen handelen en wier bestanddeelen onzen lezers gedeeltelijk reeds uit de hoofdstukken V en VIII in het algemeen bekend zijn.

De uitgebreidheid en het belang der zaak maken eene uitvoerige beschouwing en uiteenzetting noodig, waarmede wij al aanstonds een begin willen maken, door achtereenvolgens na te gaan de verschillende soorten van meststoffen der landbouw-dieren in het algemeen, hare bestanddeelen en hare werking, om daarna over te gaan tot eene nadere beschouwing van den gewoonlijk gebruikelijken stalmest, den mest van schapen, dien van menschen, van vogels en eindelijk de verschillende soorten van dierlijken afval, welke men hier en daar in den landbouw aanwendt.

Beantwoorden wij vooraf de vraag: welke bestanddeelen van den mest van het meeste belang voor de planten zijn, en dus in elken goeden mest in de eerste plaats moeten gevonden worden.

De gewigtigste bestanddeelen van den mest zijn: stikstof, humusvormende stoffen, phosphorzuur en loogen, welke achtereenvolgens meer van nabij mogen worden beschouwd.

Stikstof. Zij is het, die aan bemestende stoffen hare kracht mededeelt, die mest snelwerkend, of zoo als men ook wel zegt, drijvend, maakt; zij is de hoofdoorzaak van het broeijen van mest, d. i. van het gisten en verrotten daarvan, en het zal dan ook niemand bevreemden, dat wij met haar aanvangen. — Reeds vroeger is opgemerkt (zie hoofdstuk V), dat men in granen en wel in het zaad daarvan meer stikstof aantreft, dan in het stroo, en hieruit blijkt eveneens het belang van eene hoeveelheid stikstof in de zelfstandigheden, waardoor men den grond geschikt wenscht te maken of te houden, om ruime oogsten op te leveren. Men verkoopt het graan en verwijdert dus jaar in jaar uit, behalve meer, ook stikstof van zijne gronden, en dat deze hoeveelheid niet eindeloos is, bleek ons reeds bij eene beschouwing van de tabel, die in hoofdstuk XI. bl. 223 is opgenomen. — Nu is het evenwel de stikstof niet als zoodanig, die, aan dierlijken mest de eigenschappen mededeelt, waarom wij dezen zóó hoog aanschrijven, maar vooral eenige harer verbindingen, waaronder de ammoniak de voornaamste is, welken naam wij ons van het eerste hoofdstuk herinneren. En dat dit zoo is, daarvan kan men zich op velerlei wijzen overtuigen, b. v. door eenige roodgekleurde bladeren van raap- en aveelzaadvelden te leggen in een glas met water, waarbij men eene zeer kleine hoeveelheid geest van sálammoniak of een weinig ammoniak gevoegd heeft. Want de bladeren, die rood waren door gebrek aan voedsel, en vooral aan ammoniak, worden door deze eenvoudige proef in weinige oogenblikken donker groen; zij ontvangen voedsel, wat hen ontbrak, en waardoor zij ziekelijk waren. Zoo kan men door eenvoudig begieten van de plaatsen op een stuk grond, die met roodgekleurde bladeren dragende planten bedekt zijn (behalve diegenen, welke van nature altijd roodgekleurde bladeren hebben, zoo als sommige bieten en roode kool) met een mengsel van veel water (b. v. 25 Ned. kan) en 1 eetlepel geest van salammoniak, of met verrotte gier (waarin ammoniak), of met in water verdeelde guano (waarin eveneens ammoniak), in korten tijd de armoedig ontwikkelde, de ziekelijke planten krachtig doen herleven. Ook kan men hetzelfde bewerken, ofschoon dan ook in veel geringere mate, omdat in deze stoffen de stikstof eerst in ammoniak moet worden omgezet, als men eenig fijngemaakt hoorn of een stuk versch been in de nabijheid van sommige plantenwortels brengt, zoo als b. v. bij hyacinthen enz.. En waardoor heeft er dan verandering plaats? Reeds in hoofdstuk VIII is medegedeeld, dat hoorn en beenderen veel

stikstof bevatten, die bij rotting ammoniak geeft; wij hebben dus in zekeren zin, ofschoon de werking lang zoo snel niet zal volgen, hier hetzelfde, wat wij zoo even vermeldden. Want in geest van salammoniak, in verrotte gier, in guano komt de stikstof als ammoniak voor en aan haar vooral moet de spoedige verandering der ziekelijke planten worden toegeschreven. Want berooven wij guano, of hoorn, of been door branden van de verbrandbare stoffen en dus ook van de stikstof, die reeds in ammoniak is veranderd of dit nog ondergaan moet, en geven wij aan eenige plant de overgebleven asch, dan heeft de herstelling der plant, zoo als wij die beschreven, zeker niet plaats, omdat met de asch geene ammoniak in den grond wordt gebragt.

Ziedaar krachtige bewijzen voor de groote waarde van eene der verbrandbare bestanddeelen van meststoffen, die zeker wel de gewigtigste mag genoemd worden. — Evenwel zij hiermede niet bedoeld, dat zij het eenigste bestanddeel is, dat belang inboezemt, en reeds zoo straks noemden wij de

humusachtige stoffen, die te zamen zwarten grond uitmaken, en die eveneens tot de verbrandbare in mest behooren. Zij missen de stikstof als bestanddeel en bevatten slechts koolstof, zuurstof en waterstof. Ook zij dragen, waarschijnlijk na voorafgegane ontleding, tot voeding der planten bij, want het zoogenaamde geraamte der planten komt in hoedanigheid (niet in hoeveelheid) van zamenstelling met haar ongeveer overeen, althans wat de drie bestanddeelen aangaat, waaruit zij zijn zamengesteld. Als wij hout, zaagsel, mos, bladeren, allerlei afval van planten in één woord, op een hoop laten liggen, dan zullen zij langzamerhand in bederf overgaan. De genoemde zelfstandigheden worden donker gekleurd, er komt daarbij koolzuur en water vrij, en zij trekken daarenboven nog veel vocht uit de lucht aan. De geheele hoop is dus voortdurend vochtig, zoo als aan elk een uit rottende bladeren bekend is, en vervalt daarbij in een donker gekleurd, meer of min fijn poeder; dat nu zijn juist de stoffen, die wij hier onder den algemeenen naam van humusvormende stoffen verstaan, Maar zijn deze stoffen ter plantenvoeding geschikt? Het antwoord op deze vraag geven ons de bedden in onze tuinen, de gronden van warmoeziers enz. En het spreekt ook wel van zelf, dat men aan eene plant wel geen beter voedsel zal kunnen geven, dan hetgeen eenmaal door eene plant is opgenomen en haar langzamerhand ontwikkeld heeft, en hieruit volgt tevens, dat in den mest der dieren de over-

blijfselen van het plantaardige voedsel, dat zij nuttigden, een zeer geschikt plantenvoedsel zijn moet. Evenzoo als stroo (dat zeer weinig stikstof bevat) doelmatig verwerkt, alleen ter bemesting kan dienen en eene vrij aanzienlijke hoeveelheid humusvormende stoffen bevat, zoo kan men hetgeen er van teruggegeven wordt, nadat een dier het heeft genuttigd en verteerd, met nog beter gevolg ter bemesting bezigen, want men heeft er dan nog ammoniak bij, het gevolg van de omzetting van het overige voedsel, dat behalve het stroo, door de dieren genuttigd is.

Behalve de verbrandbare stoffen, die wij reeds noemden, zijn er ook eenige onverbrandbare in mest van belang, en wij noemden reeds *het phosphorzuur*. De vorming van het zaad hangt wezenlijk daarvan af en wij behoeven slechts te herinneren, wat reeds vroeger bij de beschouwing van de bestanddeelen der planten is opgemerkt, dat de hoeveelheid phosphorzuur inzonderheid aanzienlijk is in de korrels onzer graangewassen. Ook herinneren wij ons uit een vroeger hoofdstuk, dat in beenderen, in urine, in alle gedeelten van het dierlijke ligchaam en van de afscheidingen daarvan phosphorzuur voorkomt. — Dat phosphorzuur ontleenen de dieren aan de planten en de planten natuurlijk aan den grond. Wenscht men dus een overvloedig gewas, dat vooral goed voedend zal werken, dan geve men aan den grond terug, wat hij dringend behoeft, en daaronder behoort onder anderen het phosphorzuur.

Behalve van het phosphorzuur hebben wij ook melding gemaakt van *de loogen*. Hieronder noemen wij de potasch- en soda-zouten. Het zal niet noodig zijn over de eersten vooral nog uitvoerig te gewagen, na hetgeen reeds dienaangaande in het vorige hoofdstuk is medegedeeld. De potasch behoort evenals de ammoniak tot de loogen, heeft ook met haar een dus genoemd drijvend vermogen gemeen. Bovendien hebben wij reeds vroeger opgemerkt, dat vele planten groote behoefte hebben aan potasch en het is dus duidelijk, dat ook haar aanwezen in mest van groot belang moet geacht worden. Een enkele goede klaver-, aardappelen-, beetwortelen- of tabaksoogst onttrekt aan een bunder ongeveer 80—100 Ned. p. potasch en met eene overvloedige bemesting met stalmest, dien men niet opzettelijk met gier heeft bedeeld, geeft men aan een bunder slechts gemiddeld 40—50 Ned. p. daarvan. De grond voorziet in hetgeen de beetwortelen, of de andere genoemde planten meer dan 40—50 Ned. p. behoeven. Maar omdat de grond alléén niet in het geheele noodige bedrag kan voorzien, is bemesting met potasch bevattende

zelfstandigheden onmisbaar. Voor verre weg het grootste gedeelte is hetgeen wij van de potasch hebben gezegd, ook op de soda toepasselijk.

Voordat wij na het medegedeelde er toe overgaan, de verschillende dierlijke meststoffen te behandelen, moge nog worden nagegaan, hoe spoedig eene meststof werkt, en hoe lang hare werking duurt.

Een snel werkende mest werkt niet lang na, omdat eene bepaalde hoeveelheid mest nooit meer dan eene bepaalde hoeveelheid werking kan doen, en omdat in zulken mest de gisting misschien reeds geheel is geëindigd en er van den grond dus bijna geene bestanddeelen in de omzetting, de ontleding zullen worden medegesleept. Niettegenstaande dit verschijnsel, schijnt het eene algemeene ervaring te zijn, dat de snel werkende mestsoorten de voordeeligste zijn, omdat zij het kapitaal, dat de landman voor zijn bedrijf gebruikt, het spoedigst in omloop brengen en dus het meest doen toenemen. Maar hoe kan men te weten komen, hoe spoedig eene meststof werkt? Dit hangt af van de meerdere of mindere gemakkelijkheid, waarmede zij verrot, van den aard des bodems, van de wijze, waarop deze is bewerkt, of zij opgelost was of niet, van het weder, van de warmte in den grond enz. Zoo zullen, b. v. steenkolen, die gemiddeld 1—2 p. Ct. stikstof bevatten, geene drijvende kracht uitoefenen, omdat zij in den grond niet worden ontleed, terwijl guano krachtig en spoedig werkt. Maar van den anderen kant kan een mestmiddel ook te sterk drijven. Zoo bezigt men nooit gier, dan nadat zij met water verdund is; eveneens, als men verstandig handelt, geene guano of geen lijnkoekenmeel, dan nadat men ze met aarde vooraf heeft gemengd.

Op welken tijd men nu mesten moet en hoeveel men moet aanwenden van deze of gene stof — dat alles behoort tot het gebied der bijzondere voorschriften, waarbij men inzonderheid in het oog moet houden, wanneer de planten het meeste voedsel behoeven, welke soort van planten men kweekt, welke soort van grond men bebouwt. Over dit alles behoeven wij ons, vooral na het in de vorige hoofdstukken behandelde, hier niet verder uit te laten. Eene ontwikkeling daarvan zou ons te ver afleiden.

Wij vangen onze beschouwing van de dierlijke mestsoorten aan, en wel in de eerste plaats door na te gaan, van welke omstandigheden de aard van dierlijken mest in het algemeen afhangt. Want elk

landbouwer weet uit de praktijk, dat niet elke mest evenveel waarde bezit. Wat is hiervan wel de oorzaak? Ziedaar eene belangrijke vraag, die allezins eene uitvoerige uiteenzetting verdient.

Men kan de uitwerpselen der dieren in twee groote afdeelingen splitsen, in *vaste* en in *vloeibare.*

De eersten hebben bij de gebruikelijke landbouw-dieren een verschillenden graad van vastheid, afhankelijk van de soort der dieren en niet, zooals wel eens is uitgesproken, van de meerdere of mindere hoeveelheid genuttigd drinkwater. Want een mensch b. v., die op den duur veel drinkt en daarbij zich beweegt en zijne krachten inspant, geeft in den regel geene dunnere vaste stoffen, dan een mensch, die minder vocht tot zich neemt. En evenzoo is het gelegen met mest van varkens, paarden, koeijen en schapen. Derhalve is de meerdere of mindere vastheid van den mest afhankelijk van de soort van het dier. Maar ook de aard van den mest hangt hiervan af. Want alle vaste uitwerpselen, hoe droog zij ook mogen schijnen, bevatten niet slechts eene zekere, en wel meestal eene betrekkelijk zeer groote hoeveelheid water, maar ook die stoffen, welke door het ligchaam der dieren niet zijn opgenomen, en andere, die ontstaan zijn in het dierlijke ligchaam, zooals slijm, gal en vele anderen. Behalve deze verbrandbare bestanddeelen in mest, vindt men er ook onverbrandbare in, en wel in de vaste uitwerpselen in het algemeen degenen, die minder gemakkelijk in het dierlijke ligchaam worden opgelost. In de vloeibare uitwerpselen vindt men de oplosbare onverbrandbare bestanddeelen uit het door het ligchaam der dieren verbruikte voedsel terug.

In de vaste uitwerpselen en in de pis treft men de beide hoofdbestanddeelen van het voedsel, de koolstof en de stikstof aan, de koolstof in grootere hoeveelheid in de vaste uitwerpselen, de stikstof voor de helft in deze en voor de andere helft in de pis. Verder vindt men in de vaste uitwerpselen van de onverbrandbare bestanddeelen van het voedsel vooral kalk, magnesia, kiezelzuur en phosphorzuur, terwijl men in de vloeibare, potasch, soda, keukenzout en zeer weinig phosphorzuur aantreft. De vaste uitwerpselen der landbouw-dieren zijn betrekkelijk rijk aan humusvormende (verbrandbare) stoffen en zaadvormende (onverbrandbare) stoffen, (zooals phosphorzuur, kalk, magnesia), maar arm aan drijvende en loofvormende bestanddeelen, terwijl hunne pis betrekkelijk rijk is aan stoffen, die stengels en bladeren vormen (stikstof, potasch en soda) en bijna gebrek heeft aan zaadvormende stoffen (phosphorzuur, kalk en magnesia.

Hoe zij beide verschillen zal uit het volgende voorbeeld blijken, waarin de bestanddeelen der vaste en vloeibare uitwerpselen van hetzelfde schaap naast elkâar zijn opgegeven in 1000 Ned. p.

	in de vaste uitwerpselen	in de vloeibare uitwerpselen
vaste drooge stof.	420	135.
daarin stikstof	7½	14.
〃 onverbr. stof.	60	36.
als		
loogen (potasch en soda)	3	20.
aarden (kalk en magnesia)	15	6.
phosphorzuur	6	½.
zwavelzuur	1½	4.
keukenzout.	¼	2½.
kiezelzuur	32	sporen.

Uit al het medegedeelde vloeit dus voort, dat tot eene volkomene plantenvoeding alleen beide soorten van uitwerpselen te zamen bijdragen.

Geeft nu een dier, hoewel dan ook in geheel anderen vorm, in zijne uitwerpselen (vaste en vloeibare te zamen) terug, alwat het in den vorm van voedsel heeft opgenomen? Het antwoord op deze vraag is ontkennend, want eene aanzienlijke hoeveelheid stoffen verlaat het ligchaam met de ademhaling en de uitwaseming, zooals de volgende cijfers voldoende aanwijzen:

Van 100 p. droogvoeder.	gingen verloren door ademhaling en uitwaseming	en bleven in den mest
Bij een schaap.	40 pond.	60 pond.
〃 〃 varken.	64 〃	36 〃
〃 〃 paard	60 〃	40 〃
〃 eene melkkoe	40 〃	48. (12 p. in melk.)

Er is evenwel nog meer. Een nog niet volwassen dier houdt meer bestanddeelen van het voedsel in zijn ligchaam terug dan een volwassen, dat deze ter ontwikkeling, ter vergrooting van zijn ligchaam niet meer behoeft. Hieruit volgt dus, dat de aard van den mest afhankelijk is van den ouderdom van het dier, maar tevens volgt hieruit, dat de soort van voedsel, en ook de soort van het water, dat men de dieren geeft, krachtigen invloed op de deugdelijkheid van den te verkrijgen mest heeft. Van dieren, die worden vetgemest en die dus ruim en goed voedend voedsel verkrijgen,

terwijl zij daarbij meestal weinig beweging hebben, ontvangt men dus oneindig beteren mest, dan van schraal gevoede dieren, iets wat trouwens aan elken landbouwer genoeg bekend is, en dit, niettegenstaande er een groot gedeelte van het voedsel, dat de dieren vet (zwaarder) maakt, in het ligchaam terug blijft. Geeft men aan dieren regenwater te drinken, waarin bijna geene opgeloste stoffen voorkomen, dan zal de mest van die dieren minder waarde hebben, dan van de zoodanigen, wier dorst gelaafd wordt met wel- of pompwater, waarin eene zekere hoeveelheid vaste stoffen gevonden wordt.

Voorts is het genoeg bekend, dat een mensch, die veel eet en daarbij veel werk moet doen, zijn voedsel beter verteert, dan wanneer hij veel voedsel tot zich neemt en zich weinig beweegt. Evenzoo is het ook met de dieren. Moet een dier zwaar werk verrigten, dan zal het zijn voedsel gemakkelijker verteeren. Maar bovendien eischt de mogelijkheid om hard te werken, het aanwezig zijn van voedsel, omdat er aan geen werken te denken valt, als er in het ligchaam geene zelfstandigheden aanwezig zijn, die het in beweging verkeerende ligchaam kunnen onderhouden. Derhalve heeft er door beweging, door werk te doen, stofverbruik plaats en van daar dan ook, dat het gebruik, wat men van de dieren maakt, dat de soort van werk, die zij verrigten, invloed uitoefent op den aard van hunnen mest.

Behalve de genoemde invloeden is er nog één van gewigt, namelijk de tijd van het jaar, waarin men den mest verzameld heeft. Want in den winter heeft de spijsvertering met meer kracht plaats dan des zomers en er wordt dus in den winter in denzelfden tijd meer voedsel genuttigd, vooral bij menschen. Bij dieren is dit zoo sterk het geval niet, omdat zij dikwijls in *warme* stallen staan. Paarden, die minder werk te doen hebben, eten des winters niet zooveel meer, maar worden door eene zelfde hoeveelheid voedsel als des zomers, met dit verschil dat deze minder water bevat, vetter. Evenzoo ook koeijen, die vooral in den nazomer minder melk geven. Zagen wij nu reeds straks, dat de geaardheid van den mest afhankelijk is van de soort van het voedsel — niet minder duidelijk zal het zijn, dat zij ook in naauw verband staat tot de hoeveelheid daarvan.

Wij gaan nu over tot eene beschouwing van de mestsoorten der verschillende landbouw-dieren. Bovenaan plaatsen wij den algemeen gebruikelijken

paardenmest, omdat deze reeds in verschen toestand minder water bevat (in paardenmest komt ongeveer 75 pCt. water voor) dan

die van koeijen en varkens, maar daartegenover staat, dat deze mest in zeer korten tijd uitdroogt en spoediger dan de beide andere mestsoorten. Daardoor nu wordt de geheele massa nog losser, dan zij toch reeds was en de dampkringslucht kan er dus vrij gemakkelijk indringen, waardoor de genoemde mest, als er daartoe geene bepaalde maatregelen van voorzorg genomen worden, binnen korten tijd eene ruime hoeveelheid ammoniak door vervlugtiging kan verliezen. Wat namelijk na uitdrooging terug blijft, heeft slechts waarde door de humusvormende stoffen, die het bevat, en de onverbrandbare bestanddeelen. De pis der paarden vangt men niet afzonderlijk op. Zij bevat doorgaans minder stikstofhoudende bestanddeelen dan de vloeibare uitwerpselen van het rundvee. Over het vocht, wat men in paardenmest-bakken verkrijgt, spreken wij straks bij de behandeling van de aalt.

Met paardenmest komt in scheikundig opzigt de *schapenmest* tamelijk overeen. Gemiddeld bevat hij 65 pCt. vochtigheid. Maar gewoonlijk wordt de schapenmest op geheel andere wijze dan de paardenmest bewaard. Hij blijft lang in de schaapsstallen liggen en wordt daarbij vast in één getrapt. Daardoor kunnen er weinig of geene vlugtige bestanddeelen ontwijken, die bovendien door de zelfstandigheden, welke men als strooisel bezigt, voor een groot gedeelte worden opgenomen. Met betrekking tot het vermogen van verrotting staat de schapenmest tusschen paarden- en runderenmest. Hij bevat meer stikstof dan paardenmest en minder water. Van daar dan ook (ofschoon de meestal betere behandeling daartoe ook het hare bijbrengt), het praktische verschijnsel, dat schapenmest op een land krachtiger werkt dan runderenmest, en eveneens dan die van paarden. Men houde hierbij evenwel ook in het oog, dat men in schaapsstallen zoowel de vaste als de vloeibare uitwerpselen meestal bijeen heeft verzameld. Er is nog eene wijze hier en daar in gebruik, welke te dezer plaatse met een enkel woord moet besproken worden. Het is deze, dat men soms op een land schapen met een hek omringt en ze dan een zekeren tijd daarop laat verblijven. Die grond zal dan door de uitwerpselen der schapen natuurlijk worden gemest. Men noemt dat *perken* of *horde-voedering*. Of men zulk eene wijze van bemesting dan wel de gewoonlijk gebruikelijke moet volgen, hangt voor een zeer groot deel van plaatselijke omstandigheden af, zoo als van den afstand van het te bemesten land van het schapenhok, van de soort van grond, van het klimaat, of de schapen de nachtelijke koude wel verdragen kunnen enz. Dat

zijn alle zaken, waarop wij hier slechts indachtig behoeven te maken. Nog moge er hier worden bijgevoegd, dat het noodig is bij zulk eene bemesting den grond spoedig om te ploegen, nadat de schapen er eenigen tijd op hebben rondgeloopen, omdat schapenmest spoedig uitdroogt en er dan geschiedt, wat wij boven bij den paardenmest opmerkten, dat er namelijk veel ammoniak ontwijkt, die men in den grond verlangt voor het aanstaande gewas.

De *mest van runderen* bevat veel water. Door proeven is gevonden, dat die hoeveelheid soms wel 86 pCt. bedragen kan. Door lang blijven liggen en door doelmatige bewerking kan dit watergehalte lager worden, maar toch is de runderenmest, in vergelijking met de reeds behandelde mestsoorten (die van paarden en schapen) koud, omdat de ontleding daarvan, de gisting, door den meerderen zamenhang der deeltjes, moeijelijker en langzamer geschiedt. Daarom werkt hij in den grond ook niet zóó krachtig, maar veel langer dan paarden- of schapenmest. Men behoort er vooral op te letten, dat er zich in de bewaarplaatsen van runderenmest geene aanzienlijke hoeveelheid vocht onder in verzamelt, omdat daardoor het gedeelte van den mest, dat daarin ligt, in deugdelijkheid vermindert, omdat het zuur wordt. Over de vloeibare stoffen, die uit den mest druipen, handelen wij eveneens straks.

Varkensmest houdt men meestal voor den slechtsten, koudsten en minst werkzamen mest, en geen wonder, want doorgaans is ook het voedsel, wat men aan de varkens geeft, niet van de beste soort. Bovendien houdt het ligchaam van het varken betrekkelijk veel meer stoffen uit het voedsel terug, dan bij andere dieren het geval is. Geeft men aan varkens goed en krachtig voeder, dan heeft de ervaring bewezen, dat de mest, welken zoodanige dieren opleveren, soms boven runderenmest moet gesteld worden en in waarde zeer nabij komt aan paarden- en schapenmest. De vaste en vloeibare uitwerpselen van een varken verzamelt men doorgaans bijeen. Er is in een zoodanig mengsel een watergehalte van ongeveer 82 pCt. gevonden en meer stikstof, dan in runderenmest of in dien van paarden, maar minder dan in schapenmest. Ook is de pis der varkens op zich zelve minder waard dan die van paarden, runderen en schapen.

Aan het einde der behandeling van de verschillende vaste dierlijke uitwerpselen, moge het volgende overzigt eene algemeene voorstelling geven van hunne betrekkelijke waarde. De soort van voedsel hebben wij er niet bij vermeld; dit was ook daarom onnoodig, om-

dat voor de duidelijkheid afgeronde cijfers gegeven worden. In 1000 Ned. p. versche uitwerpselen werden namelijk gevonden

	mest van				
	runderen.	paarden.	schapen.	varkens.	
vaste drooge stof	160	240	420	200	Ned. p.
daarin stikstof.	3	5	$7\frac{1}{2}$	6	〃 〃
〃 onverbr. stoffen	24	30	60	30	〃 〃
als loogen (potasch en soda) . .	1	3	3	5	〃 〃
aarden (kalk en magnesia) . . .	4	3	15	3	〃 〃
phosphorzuur	$2\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	6	$4\frac{1}{2}$	〃 〃
zwavelzuur	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	〃 〃
keukenzout	$\frac{1}{20}$	zeer weinig	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	〃 〃
kiezelzuur	16	20	32	16	〃 〃

Uit deze cijfers heeft men afgeleid de volgende benaderende waarde in ronde cijfers van 1000 Ned. p. mest

runderen	*f* 3,60	schapen	*f* 9,00
paarden	〃 6,00	varkens	〃 6,75

Voorts heeft men gevonden, dat de volgende hoeveelheden vasten mest door de daarbij genoemde dieren in één jaar gemiddeld worden opgeleverd en de daarbij geplaatste waarden hebben:

Eene koe	levert jaarlijks	10,000	Ned. p. ter waarde van	*f* 36.—
〃 paard	〃	6,000	〃 〃 〃 〃 〃	〃 36.—
〃 schaap	〃	380	〃 〃 〃 〃 〃	〃 3.60
〃 varkens	〃	900	〃 〃 〃 〃 〃	〃 6.—

Maar nu rijst de vraag op, of men verstandig handelt, al deze mestsoorten afzonderlijk te gebruiken? Voor enkele gevallen kan dit niet worden ontkend, en het behoeft niet herinnerd te worden, dat dit inzonderheid van belang is in den tuinbouw en de warmoezerij. In den landbouw is men evenwel gewoon, den mest der verschillende dieren slechts zelden van elkaâr gescheiden te bewaren of te gebruiken, behalve dien der schapen, omdat men dezen meestal op eene geheel eigenaardige wijze verzamelt en bewaart. Ook den mest van varkens houdt men doorgaans afgezonderd, omdat men daarin juist door het slechte voedsel meestal onkruidzaden aantreft (het gevolg van het genuttigde onkruid), en dus de varkensmest een heerlijk middel zijn zou, om de verspreiding van onkruid te bevor-

deren, waartegen men op bouwland voortdurend met de m este zorg maken moet. [1])

Het mengsel, wat men verkrijgt van runderen- en van paardenmest, bestaat bovendien nog uit eenige andere bestanddeelen, namelijk uit de verschillende strooimiddelen, die men er in den stal heeft bijgevoegd. Wij hebben dus hier niet slechts met dierlijken mest alléén te doen en behooren vooraf eenige kennis te hebben verkregen van de verschillende stoffen, die men voor strooisel gebruikt. Maar terwijl wij om deze reden eerst na de behandeling dezer stoffen, waaraan een groot gedeelte van het volgende hoofdstuk zal gewijd zijn, uitvoerig over den *stalmest* zullen spreken (zoo als men het bedoelde mengsel noemt), mogen wij reeds nu op enkele eigenschappen daarvan wijzen.

Vooreerst spreekt het wel van zelf, dat hij al de goede eigenschappen bezitten zal van alle mestsoorten, waaruit hij bestaat, en daarenboven, dat eene minder verkieselijke eigenschap door eene andere, vooral voortreffelijke zal worden opgewogen. Bezigt men b. v. paarden- en runderenmest, dan zal men minder bevreesd behoeven te zijn voor uitdroogen van den paardenmest, omdat er in runderenmest zooveel water voorkomt en omdat hij meer in één gedrukt is reeds uit zijnen aard zelven, dan wanneer hij alleen ligt. Zoo zal ook de sterke verhitting, die in enkel paardenmest plaats heeft, eenigzins worden tegengegaan door de aanwezigheid van runderenmest, die zooveel langzamer wordt ontleed, en waarmeê de paardenmest in stalmest gemengd is. Deze en nog vele andere gevolgtrekkingen kan elk gemakkelijk bij eenig nadenken voor zich zelven maken. Maar er is nog meer, waarop wij hier de aandacht van den lezer moeten vestigen.

Terwijl het geen betoog zal behoeven, dat stalmest (vooral de zoodanige, waarin vloeibare en vaste uitwerpselen te zamen bij een zijn) boven alle andere mestsoorten uit den aard der zaak de voorkeur verdient, omdat er *alle* ter plantenvoeding noodzakelijke bestanddeelen noodzakelijk in aangetroffen worden, — behooren wij evenwel, zooals het boven reeds is gezegd, de vloeibare stoffen na te gaan, die men in elke verzamelplaats van mest, in alle mestbakken of mestvaalten, aantreft — *zoo zij ten minste niet zijn weg-*

---

[1]) In koemest vindt men soms ook veel onkruidzaden; in schapenmest niet. Van daar, dat in rogge, met schapenmest gemest, altijd veel minder klaprozen en korenbloemen voorkomen, dan in die, welke met anderen mest is bedeeld.

gevloeid. En die beschouwing is allezins der moeite waardig, want er zijn welligt onder de gebruikelijke mestsoorten geene, waarmede onnadenkender gehandeld wordt, dan met de gier, de aalt of hoe men de vochten ook noemen moge, en die evenwel in waarde en in uitwerking door geene andere mestmiddelen worden geëvenaard.

"Een landbouwer, die de urine van zijn huisgezin en zijn vee niet zorgvuldig bewaart, handelt als een mijnwerker, die rijk zilvererts wegwerpt, omdat het niet blinkt als zuiver zilver. Een landbouwer, die meststoffen koopt, maar zijne aalt niet zorgvuldig bewaart, handelt verkwistend, want hij brengt voor veel geld dezelfde zaken op zijne bouwerij, welke hij voor niets kon hebben, als hij ze niet nutteloos had laten wegloopen of vervlugtigen."

En in beide uitspraken heeft de in Duitschland alom hooggeachte scheikundige landman, aan wien deze woorden ontleend zijn, volkomen regt. Want hoe dikwijls ontwaren wij nog, hoe zelfs aandachtige en oplettende landbouwers de aalt laten wegloopen, hoe zij daarvoor zelfs gelegenheid maken, zoo die niet bestaat, opdat het gemakkelijk en geregeld geschiede? Hoevele boerderijen zijn er niet, waar de mest, aan weêr en wind blootgesteld, door plasregens wordt uitgespoeld en waar soms geheele gedeelten van de om de boerderij gelegen ruimte met een bruin vocht worden bedekt, worden overstroomd door een uittreksel van den mest, waarin juist de meeste kracht huisvest? Hoe dikwijls zien wij niet kleine greppels en sloten zelfs gegraven van een mestkuil tot eene groote sloot, opdat de aalt toch maar zoo spoedig mogelijk zich kunne verwijderen, om nooit terug te keeren, en het drinkwater zelfs schadelijk te maken voor vee, dat verre van daar in weilanden graast? Men vindt zelfs hier en daar geheele beekjes van vloeibaren mest, mestkuilen, in poelen veranderd en ongenaakbaar, omdat de omliggende grond geheel en al is doorweekt en letterlijk in een moeras herschapen is — en terwijl men dit gadeslaat en den landbouwer beklaagt, die zóó zijn eigen heil, zijn eigen voordeel met voeten treedt, verneemt men dikwijls, dat dezelfde man, die voor zooveel aan geldswaarde onnadenkend laat wegvloeijen, die in zijne eigene oogen de volmaaktste landbouwer is, soms voor verscheidene honderde guldens aan mestsoorten van een ander aankoopt!

Voorwaar! bewaren wat men heeft, zal wel het uitgangspunt mogen zijn, van waar alléén verbetering, uitbreiding van het bestaande mogelijk is. Eerst zoo doelmatig mogelijk besteden wat men heeft, zoo zuinig mogelijk zijn, en dan, als het nog noodig is, aankoopen

bovendien. Geen gedeelte van ons kapitaal laten verloren gaan of wegwerpen uit achteloosheid en dan voor hoogen interest bij anderen geld opnemen. Daartegen komt elk gezond verstand op, en daarom krachtig de handen aan het werk geslagen en in de allereerste plaats bewaard, wat men zelf bezit!

De hoofdoorzaak van ons beweren moet gezocht worden in de deugdelijkheid van de aalt zelve. En deze kan het best blijken, als men hoort opgeven, dat de aalt, die de mest van ééne koe in één jaar oplevert, ongeveer 330 Ned. p. vaste stoffen bevat, waarin evenveel stikstof voorkomt als in 275 Ned. p. der beste guano, en zóóveel potasch, dat deze hoeveelheid, wanneer zij daaruit afgezonderd en gezuiverd in den handel gebragt werd, eene waarde van meer dan *f* 35 zou bezitten. In Vlaanderen schat men dan ook de waarde van de aalt, die men van eene koe per jaar verzamelt, op *f* 25 en betaalt er dezen prijs werkelijk voor. En die er nog aan twijfelen mogt, hem wijzen wij op eene andere opgave uit een ander land, waaruit blijkt, dat 8800 Ned. p. vocht, grootendeels uit pis bestaande, op weiland veel beter uitkomsten opleverden, dan 16500 Ned. p. stalmest!

Wij mogen deze beschouwingen voortzetten door het volgende overzigt meê te deelen van de hoeveelheden stoffen, die in 1000 Ned. p. versche pis van verschillende dieren aangetroffen zijn, ook in afgeronde cijfers slechts als voorbeelden vermeld:

	Pis van				
	runderen	paarden	schapen	varkens	
vaste drooge stoffen	80	110	135	25	Ned. p.
daarin stikstof	8	12	14	3	〃 〃
〃 onverbr. stoffen.	20	30	36	10	〃 〃
als loogen (potasch en soda).	14	15	20	2	〃 〃
aarden (kalk en magnesia).	1½	8	6	½	〃 〃
phosphorzuur			½	1¼	〃 〃
zwavelzuur	1½	1½	4	½	〃 〃
keukenzout	1	2	2½	5	〃 〃
kiezelzuur en andere bestanddeelen	2	3½	3	¾	〃 〃

Men is nog verder gegaan, dan alleen de bestanddeelen der verschillende pissoorten te bepalen, want men heeft ook de bena-

derde waarde in afgeronde cijfers in geld berekend en die gelijk gevonden voor 1000 Ned. p. pis van

runderen aan	ongeveer	*f*	8,00.
paarden 〃	〃	〃	11,00.
schapen 〃	〃	〃	13,00.
varkens 〃	〃	〃	3,00,

terwijl men overigens mag aannemen, dat men van de navolgende dieren per jaar aan pis verkrijgt:

van runderen	4000	Ned. p. ter waarde van	ongeveer	*f*	32,00.
van paarden	1500	Ned. p. ter waarde van	〃	〃	16,50.
〃 schapen	190	〃 〃 〃 〃 〃	〃	〃	2,50.
〃 varkens	600	〃 〃 〃 〃 〃	〃	〃	1,80.

Hadden wij geen regt, toen wij zoo even beweerden, dat de landman, die zijne aalt laat wegloopen, eigenlijk geld wegwerpt?

Over de beste inrigting van mestbakken, gierputten, over gierwagens en over nog meer spreken wij hier niet, want wij kunnen de ruimte beter besteden door nog het een en ander over de aalt en de gier meê te deelen. Beide vochten gaan bij bewaren in rotting over en verliezen daarbij veel ammoniak met koolzuur verbonden. Daarom voegt men er stoffen bij, die dit vlugtige ligchaam vasthouden, er eene verbinding mede aangaan, er een zout mede vormen. Gebruikt men daartoe een zuur, b. v. zwavelzuur, dan verkrijgt men zwavelzure ammoniak, terwijl het koolzuur ontwijkt. Men zij daarom met toevoegen altijd voorzigtig, doe het bij kleine hoeveelheden te gelijk (in het geheel 1 Ned. p. zwavelzuur op 150 Ned. p. aalt) en roere goed om. Sommigen zijn gewoon om kalk bij de aalt, de gier te doen. Is zij versch, dan kan het niet alleen geen nadeel doen, maar dan is het zelfs zeer nuttig. Er ontstaat dan onder den invloed van den kalk geene ammoniak, maar salpeterzuur, hetwelk zich met den kalk verbindt, en de stikstof, die in het salpeterzuur voorkomt, is voor den plantengroei onder sommige omstandigheden even heilzaam als de ammoniak dit is. Maar voegt men kalk tot rottende aalt, dan is hetgeen gebeurt, geheel verschillend van wat wij bij versche aalt zagen. Dan wordt de ammoniak, die bij die rotting is gevormd, verjaagd, en verdwijnt dus uit de aalt, en wij behoeven wel niet op te merken, dat hierop niet genoeg kan gewezen worden, wat te meer nog in het oog valt, als men bedenkt, dat wat wij van aalt en kalk hebben opgemerkt van gelijke toepassing is op vaste uitwerpselen. Men bezigt ook wel gips om de nog niet of reeds gedeeltelijk in den vorm van ammoniak

en aalt voorkomende stikstof te binden, en behalve gips nog velerlei andere zelfstandigheden, zooals aarde, houtskool, zaagsel enz. — Versche aalt en gier zijn voor de planten nadeelig. Zij werken dan te hevig, wanneer men haar niet vooraf met water heeft verdund. — Eindelijk is het zeer raadzaam de aalt te gebruiken, om den mesthoop te bevochtigen, of om den komposthoop te besproeijen; dan toch verkrijgt men een deugdelijken mest, zooals reeds in het begin van dit hoofdstuk is opgemerkt, en in het volgende nog nader zal worden aangetoond.

Behalve de meststoffen, die wij reeds aan eene nadere beschouwing hebben onderworpen, blijven er ons nog vele ter behandeling over. Zoo is nog niet gewaagd van de waarde der

uitwerpselen van menschen. Bij de meest oppervlakkige beschouwing blijkt het reeds, dat zoowel de vaste als de vloeibare uitwerpselen van menschen krachtige meststoffen moeten zijn. Want de mensch nuttigt allerlei planten en daarenboven ook nog dierlijk voedsel, soms in groote hoeveelheid. Geen wonder dus, dat een onderzoek naar de bestanddeelen van menschen-uitwerpselen ons met cijfers bewijst, dat zij tot de zeer krachtige meststoffen behooren. In 1000 Ned. p. in verschen toestand namelijk werden gevonden:

	vaste uitwerpselen	pis	
vaste stoffen	250	40	Ned. p.
daarin stikstof	7	10	〃 〃
〃 onverbr. stoffen	16	11	〃 〃
als			
loogen (potasch en soda)	3½	2	〃 〃
aarden (kalk en magnesia)	5½	¼	〃 〃
phosphorzuur	5½	1½	〃 〃
keukenzout	⅛	7	〃 〃
overige bestanddeelen	1⅜	¼	〃 〃

Deze uitkomst in geldswaarde omgerekend, leert, dat 1000 Ned. p.

Vaste uitwerpselen waard zijn ongeveer *f* 7,50,
vloeibare 〃 〃 〃 〃 7,75.

Als men de betrekkelijke hoeveelheden vaste en vloeibare uitwerpselen overweegt, die een mensch *jaarlijks* oplevert, dan blijkt, dat de vloeibare uitwerpselen meer waarde bezitten dan de vaste, want dat in de eerste 1 maal meer phosphorzuur, 4 maal meer stikstofhoudende stoffen en 6 maal meer loogen voorkomen, en in geldswaarde uitgedrukt, is men tot de uitkomst geraakt, dat als de waarde van de gezamenlijke uitwerpselen van een mensch per jaar *f* 4,50

bedraagt, dan hiervan ongeveer *f* 3,60 voor de pis, en slechts *f* 0,90 voor de vaste uitwerpselen berekend moet worden. Men heeft evenwel de waarde van menschen-uitwerpselen veel hooger geschat, en er worden er gevonden, die voor de waarde per jaar 5½—7½ gulden opgeven. — Zonder over deze uitwerpselen en over de waarde er van langer te kunnen spreken, mogen wij niet nalaten dit gevolg uit het medegedeelde af te leiden, dat er in ons land in menige stad, in menig dorp, ja zelfs op menige boerderij voor ettelijke guldens aan zeer krachtig bemestende stoffen verloren gaat. In de steden laat men ze veelal door riolen en grachten loopen en verontreinigt daardoor het drink- en waschwater op onnadenkende wijze, of wel, men vangt ze op, zoo als het heet, in gestapelde putten (waarin de steenen slechts los op elkaâr gestapeld zijn), die soms zeer nabij de plaatsen liggen, die ons drinkwater verschaffen, en dus oorzaak zijn, dat ons eigen drinkwater of dat onzer buren met de onreinste stoffen bezoedeld wordt, want tusschen de niet met kalk of cement verbonden steenen, loopt gemakkelijk al het vloeibare uit den mest weg. En in de dorpen geschiedt dit alles eveneens. Vóórdat dit alles veranderd zal zijn, voordat de millioenen guldens, die op deze wijze jaarlijks voor Nederland verloren gaan, ten nutte van den vaderlandschen landbouw zullen worden aangewend — zal nog een geruime tijd noodig zijn, ofschoon men hier en daar (b. v. te Amsterdam) reeds de goede gevolgen ziet van het verzamelen en doelmatig toebereiden van stoffen, die elders nutteloos wegvloeijen. Hoe men er op sommige plaatsen op uit is, om de menschen-uitwerpselen te droogen, alleen of met andere stoffen gemengd, hoe men ook urine droogt, en er soms andere zelfstandigheden bijvoegt, daarover handelen wij later in hoofdstuk XIV.

Wij zijn genaderd tot de beschouwing van den *mest der vogels.* In het algemeen mogen wij hierover kort zijn. Duiven, kippen, ganzen enz. eten meestal krachtig voedsel, zoo als granen, boonen, insekten en wormen, en daaruit volgt reeds, dat hare mest krachtig wezen moet, als ook uit de wijze van ademhaling, de leefwijze enz., die hiertoe ook veel bijdragen (zie Hoofdstuk IX). Bovendien treffen wij er de vaste en vloeibare uitwerpselen bij elkaâr aan; of met andere woorden, de bestanddeelen, die wij bij andere dieren èn in de vaste èn in de vloeibare uitwerpselen vonden, verlaten bij de vogels door één kanaal het ligchaam, met veel minder water bedeeld, dan bij de dieren, wier mest wij reeds hebben beschouwd. Vooral treffen wij in vogelmest in het algemeen veel stikstof aan, in zeer gemak-

kelijk ontleedbaren vorm, en veel phosphorzuur. Dat mest van ganzen, die ook planten en wel onkruiden nuttigen, ter verspreiding van onkruidzaden kan bijdragen en dus in het algemeen afzonderlijk moet gebezigd worden, behoeft hier slechts te worden aangestipt.

Onder den vogelmest komt evenwel eene soort voor, die allezins eene uitvoerige beschouwing verdient. Het is de *guano*, of vogelmest van ver afgelegen eilanden, afkomstig van eene soort van zeevogels en andere zeedieren, die van visch leven, en dus krachtigen mest opleveren. Geen wonder dan ook, dat deze meststof, die voor geen hoogen prijs thans algemeen in den handel te verkrijgen is, in korten tijd veelvuldig is aangewend. Engeland bezigde er in het jaar 1851 meer dan 243 millioen Ned. p. van, en Frankrijk ongeveer 4 mill. Ned. p. in hetzelfde jaar, terwijl in Saksen in 1850 werd ingevoerd voor *f* 216,000, in 1851 reeds voor meer dan *f* 360,000, in 1852 voor *f* 405,000 en in 1853 voor nog veel meer.

Duizenden van vogels hebben sints jaren hunne uitwerpselen ongestoord op vroeger door menschen niet bezochte eilanden nedergelegd en van daar, dat men uitgestrekte plaatsen aantreft, waar men lagen guano vindt van 20—30 en meer Ned. ellen dikte. Wat men nu van daar haalt, noemt men guano, en dit is dus niet anders dan gedeeltelijk verrotte mest, die, omdat hij (althans de beste soorten van Peru) gedeeltelijk in streken van onze aarde wordt aangetroffen, waar het niet regent, en die soms op eilanden voorkomt, ver boven de oppervlakte der zee verheven, noch door regen noch door zeewater is uitgespoeld en dus zijne volle kracht gedurende verscheidene jaren volkomen behouden heeft.

Er komen evenwel verschillende soorten van in den handel voor. Die uit Peru, de zoogenaamde Peruaansche guano, is, zooals zoo even reeds ter loops werd opgemerkt, om de opgegeven reden de beste. Maar men heeft, toen eenmaal de groote waarde van dien mest bekend geworden was, ook andere soorten verzameld van plaatsen, waar het wel degelijk regent, en waar het zeewater meermalen vrijen toegang heeft en die dus meer of min uitgespoeld zijn, en in den handel gebragt. Het is daarom op verre na niet onverschillig te weten, welke guano men aankoopt, wat te meer nog in het oog valt, als men bedenkt, dat de guano soms opzettelijk met allerlei weinig of niets waardige stoffen wordt vervalscht. Eene uitvoerige beschrijving van alle in den handel verkrijgbare soorten kunnen wij hier bezwaarlijk geven. Daarvoor is het hier de plaats niet.

Maar voor zoo veel mogelijk wenschen wij daarin te voorzien, door eenige middelen op te geven, waardoor men in het algemeen voor een praktisch doel goede van slechte guano onderscheiden kan.

Voordat wij daartoe overgaan, moet de zamenstelling van guano worden opgegeven. Guano bestaat in het algemeen uit de overblijfsels van visschen in het ligchaam der vogels verwekt, en omdat de guano vogelmest is, vinden wij er de bestanddeelen in der vaste en vloeibare uitwerpselen te zamen, zoowel van oplosbaren als onoplosbaren aard. Onder de belangrijkste zamenstellende bestanddeelen behoort vooreerst de stikstof. Even als wij haar straks reeds als het meest werkzame bestanddeel in dierlijken mest zagen, zoo is zij het ook onloochenbaar in guano. Zij is daarin aanwezig in den vorm van ammoniak-zouten en van piszuur, die zeer gemakkelijk ontleed worden, en wij behoeven een weinig kalk slechts bij guano te doen, om onmiddellijk een sterken reuk van vrijkomende ammoniak te ontwaren. Verder vinden wij in guano phosphorzuur en kalk, met elkaâr verbonden tot vrij aanzienlijke hoeveelheden, en daarom is onder anderen juist de guano (behalve om het gehalte aan ammoniak) zoo uitstekend voor granen en vele andere gewassen, die ter goede vorming van het zaad, zoo als reeds meermalen is opgemerkt, eene ruime hoeveelheid phosphorzuur behoeven. Voorts komen in guano potasch-zouten voor, eveneens die van soda (waaronder keukenzout), alle echter in geringer hoeveelheid.

Hoedanig de eene guano van de andere verschillen kan, moge het volgende overzigt bewijzen van 3 guanosoorten, waarvan de beide eerste (die van Peru en Bolivia) in ons land verkrijgbaar zijn, terwijl de derde soort voor zoo ver ons bekend is, tot nog toe in den Nederlandschen handel niet voorkomt. Door de proef werd dan gevonden, dat in 100 d. der genoemde soorten voorkwamen:

	Guano van		
Bestanddeelen.	Peru (beste)	Bolivia.	Chili.
water	8	5	20
verbrandbare stoffen, die stikstof bevatten.	59	27	11
phosphorzure kalk en magnesia	25	51	51
potasch-zouten	6	2	
soda-zouten	1	12	13
gips			2
zand, steenen enz.	1	3	3
stikstof in 100 d.	13¾	5½	¾

De guano van Chili behoort onder de uitgespoelde soorten en

die van Bolivia wel niet tot de uitgespoelde, maar zooals uit de cijfers blijkt, geenszins tot de goede soorten. Berekent men de waarde naar één en denzelfden regel van de drie opgegeven soorten, als zij zoo zijn zamengesteld, zooals uit de meêgedeelde cijfers blijkt, dan vindt men, dat in ronde cijfers waard is (niet in den handel, maar volgens de bestanddeelen):

de guano van Peru . . . . . *f* 15 de 100 Ned. p.
" " " Bolivia. . . . " 9 " " " "
" " " Chili. . . . . " 5 " " " "

Uit het medegedeelde vloeijen eenige belangrijke zaken voort, namelijk dat de goedkoopste guano eigenlijk de duurste is; want de guano van Chili vonden wij waard *f* 5, dus 3 maal goedkooper dan die van Peru. Maar in de eerste werd slechts ¾ pCt. stikstof gevonden en in de tweede 13¾; er bestaat dus in de stikstof alleen een verschil van 13 pCt. en om evenveel stikstof ten gebruike te hebben bij aanwending van Chili-guano als in 100 Ned. p. Peruaansche guano voorkomt, zou men 18⅓ meer Chili-guano moeten aankoopen: dus 18⅓ maal 100, bedragende dit de verbazende hoeveelheid van ongeveer 1833 Ned. p. of voor meer dan *f* 91,— aan waarde, wat de stikstof aangaat.

Wij zouden eene dergelijke berekening ook kunnen toepassen op het gehalte aan de overige bestanddeelen, maar laten dit na, omdat het gegeven voorbeeld wel duidelijk genoeg spreken zal, en wel de overtuiging aan onze lezers zal schenken, dat de goedkoopste guano de duurste is. Maar er volgt nog meer uit de boven opgegeven tabel, namelijk dit, dat het van hoog belang is, om eenige eenvoudige middelen te kennen, om guano te keuren, vooreerst wat de soort aangaat, en ten tweede wat betreft de mogelijke opzettelijke vervalschingen, want er zijn voorbeelden bekend van guano, die ongeveer 90 pCt. aan zand inhield. Wij zullen beproeven in navolging van wat anderen reeds hebben openbaar gemaakt, in het volgende eenige wijzen van onderzoek zoo eenvoudig mogelijk te beschrijven, en mogen daarbij de bijzondere aandacht van onze lezers bepalen, die guano gebruiken.

In elke guano soort komen meer of min zamenhangende stukken voor. Men maakt deze, voordat men tot het onderzoek overgaat, behoorlijk fijn en vermengt het verkregen poeder met de eigenlijke guano. Daarna weegt men vier kleine hoeveelheden aldus toebereide guano af, b. v. telkens 10 d. (b. v. wigtjes) en bepaalt nu achtereenvolgens: het gehalte 1. aan water, 2. aan asch, 3.

aan in water oplosbare stoffen, en neemt eene praktische proef omtrent 4. de hoeveelheid aanwezige ammoniak, terwijl men daarenboven de verkregen onoplosbare stoffen van guano gebruikt, om 5. naar misschien opzettelijk ingemengden kalk te zoeken. Men handelt nu op de volgende wijze.

1. Onderzoek naar de hoeveelheid water. Guano kan veel en kan weinig water bevatten. In het eerste geval koopt men water onder den naam van guano. Men neemt eene der afgewogen hoeveelheden, droogt die op een stuk papier in de zon, of achter de kagchel (voorzigtig), weegt na eenigen tijd weder, en herhaalt dit zoo lang, totdat bij het nogmaals droogen, geen gewigtsverlies meer ontstaat. Het verlies aan gewigt beteekent de hoeveelheid water (en vrije ammoniak), die in de afgewogen hoeveelheid guano voorkwam. Deze proef (die niet geheel en al naauwkeurig, maar voor een praktisch doel voldoende is) geeft gemiddeld aan, dat in 100 d. guano 10 d. water voorkomen.

2. Onderzoek naar de hoeveelheid asch en van de hoeveelheid verbrandbare stoffen. Guano, die veel asch nalaat bij verbranding, is slechter dan zij, die weinig asch geeft. — Daarom onderzoekt men de hoeveelheid asch, door eene der afgewogen hoeveelheden guano te verbranden op een ijzeren of blikken plaatje, dat men op een baksteen in het vuur plaatst. Men zorge er vooral voor, dat er geene asch verloren ga, of dat er niets op het plaatje van vreemden aard valle. Na de verbranding weegt men weêr. Het dan verkregen gewigt wijst de hoeveelheid asch aan, die in de verbrande hoeveelheid guano voorkwam en bij aftrekking van de verkregen asch van de gebruikte guano, verkrijgt men de hoeveelheid verbrandbare bestanddeelen, die in de gebezigde hoeveelheid guano aanwezig was. De beste soorten van guano geven in 100 d. guano gemiddeld 30—33 d. asch, die wit of graauw moet zijn. Is zij rood, dan is de guano minder deugdelijk. Bovendien moet bij verbranding een reuk worden verspreid van geest van salammoniak, en niet van verzengd hoorn of haar.

3. Onderzoek naar de hoeveelheid in water oplosbare stoffen. In goede soorten van guano vindt men ruim de helft aan in water oplosbare bestanddeelen. En men vindt de hoeveelheid daarvan in eenige soort gemakkelijk, door eene afgewogen hoeveelheid guano in een glas te doen, daarop water te gieten, een paar malen goed om te roeren, en daarna alles op een trechter over te schenken, waarin een stuk vloei- of ongelijmd papier, of wel op een linnen lapje. Het-

geen men overhoudt, droogt men in de lucht en weegt het daarna weder. Wat er dan overblijft, is gelijk aan de hoeveelheid onoplosbare bestanddeelen, die in de afgewogen guano voorkwamen. (Deze bewaart men voor eene volgende (de 5de.) proef). Bij aftrekking verkrijgt men de hoeveelheid oplosbare stoffen.

4. Onderzoek naar de ammoniak. De ammoniak in gewigt te bepalen, is voor een landbouwer niet uitvoerbaar. Maar hij wenscht toch te weten, hoeveel er ongeveer van in guano voorkomt. Daartoe neemt men eene afgewogen hoeveelheid guano, doet deze in een glas en voegt er eenigen kalk en daarna eenig water bij. Er moet dan een zeer prikkelende reuk vrij komen. Het is zeer goed om van eene als goed erkende guanosoort evenveel af te wegen, op dezelfde wijze te behandelen, er vooral evenveel kalk bij te doen en met de te onderzoeken soort te vergelijken.

5. Onderzoek naar ingemengden kalk. Heeft men kalk opzettelijk bij guano gedaan, dan koopt de verbruiker kalk onder den naam van guano en dat is niet wenschelijk. Om nu naar kalk te zoeken, gebruikt men hetgeen na uitspoeling der guano met water (in onze 3de proef) werd overgehouden, bevochtigt met water en voegt er dan eenigen azijn (of beter eenige droppels zoutzuur) bij. Ontstaan er nu luchtbellen, d. i. komen er luchtsoorten vrij, ontstaat er opbruising, dan was bij de onderzochte guano kalk gemengd.

Door deze eenvoudige proeven, die elk een nemen kan, kan men er zich van overtuigen, althans in het algemeen, van welken aard de guano is, die ons te koop wordt aangeboden, en zeker worden wij voor bedrog gevrijwaard, als wij de beschreven proefjes in het werk stellen en daarbij niet vergeten, dat die guano-soort de beste wezen zal, die het minste aan water en asch bevat, en de meeste hoeveelheid aan verbrandbare en in water oplosbare stoffen, terwijl goede guano een sterken reuk verspreidt na toevoeging van kalk en water, en geen ingemengden kalk bevat.

Voor het gebruik ter bemesting zorge men er voor, om de guano zoo goed mogelijk fijn te maken en er 2—3 malen hare hoeveelheid van aarde, turfmolm enz. bij te doen. Ook voegt men er wel gips bij, maar nooit kalk, om de reeds meermalen opgegeven redenen; dit bleek ten overvloede ook nog in onze 4de proef van zooeven. Soms mengt men guano met water en gebruikt ze dan als gier.

Guano is een heerlijk middel, om een ziek en zwak zaad in een laat of een schraal voorjaar ter hulpe te komen, en meestal gebruikt men deze stof dan ook voor overbemesting, als zoogenaamden toe-

mest. In 25 Ned. p. goede guano komen ongeveer evenveel voedzame planten-bestanddeelen voor als in 1 voer stalmest, maar dit neemt niet weg, dat guano den stalmest in het algemeen niet kan vervangen, maar wel verbeteren, vooral omdat de stikstof voor verre weg het grootste gedeelte in guano aanwezig is in den vorm van ammoniak, en zij dus bijna regtstreeks door de planten kan worden opgenomen. Guano gebruikt men voor allerlei soort van olie bevattende planten, voor aardappelen, tarwe en rogge, gerst, wikken, erwten, vooral ook voor gras- en klaverlanden, voor haver enz. Uit de groote reeks van proeven, die men bijna overal en ook in ons land met guano heeft verrigt, [1]) blijkt onloochenbaar, dat de guano door den landbouwer niet hoog genoeg kan worden geschat, zoowel om hare bestanddeelen, alsook om het kleine bestek, waarin zij ons veel aanbiedt en de gemakkelijke wijze, waarop zij kan worden aangewend, mits men voorzigtig zij, haar met veel aarde vermenge en met oordeel te werk ga.

In den aanvang van dit hoofdstuk noemden wij nog als gebruikelijke meststoffen den zoogenaamden *dierlijken afval*, waartoe behooren geheele of gedeeltelijke ligchamen van dieren, of onderdeelen daarvan, zooals vleesch, visch, bloed enz; maar ook beenderen, hoeven, klaauwen, vederen enz. — Sommige dezer zelfstandigheden zijn van groot belang, anderen worden weinig of in het geheel niet gebezigd, het gevolg meestal van de moeijelijkheid om ze overal tot lage prijzen in groote hoeveelheden te bekomen en omdat men hare waarde niet kent of niet acht.

Zagen wij reeds vroeger, dat dierlijke mest krachtigen invloed uitoefent op den wasdom der planten, omdat daarin stikstof, phosphorzuur, potasch enz. in meerdere of mindere mate voorkomen — nu zal het ons niet kunnen verwonderen, dat geheele ligchamen van dieren, als zij behoorlijk zijn verrot en verwerkt, nog krachtiger middelen moeten zijn ter plantenvoeding dan de mest. Want het geheele ligchaam der dieren is opgebouwd ten slotte uit de bestanddeelen der planten en geen mest is dus voor planten geschikter, dan de dierlijke ligchamen zelf, waarin de gebruikte plantenstoffen reeds allerlei gewenschte omzettingen hebben ondergaan.

---

1) Als voorbeeld hiervan mag opgegeven worden, dat in 1853 door de gewone boeren in de gemeente Vorden, nabij Zutphen, ruim 5500 Ned. p. guano zijn gekocht. (Zie mededeelingen der geld. Maatschappij van landbouw over 1854).

Vleesch (het bleek reeds in hoofdstuk VIII) bestaat grootendeels uit spieren, pezen, banden en is met bloed doortrokken. Bovendien zullen wij in de ligchamen van doode paarden, koeijen enz. nog allerlei stoffen hebben, b. v. ingewanden enz. voor zoover deze niet afzonderlijk zijn verzameld en verkocht, omdat verre weg de meesten (zooals haar, wol, de beenderen, hoornen, schoenen enz.) in den handel geld waard zijn en voor allerlei doeleinden worden gebruikt. Al deze stoffen nu bevatten stikstof en er is er slechts ééne van uitgezonderd, namelijk het vet of de talg. Bovendien hebben zij bijna alle betrekkelijk aanzienlijke hoeveelheden phosphorzuur. In het kort zullen wij ze doorloopen en bijeenvoegen, die het meest in zamenstelling met elkander overeenkomen.

Vleesch, huid, peezen, ingewanden enz. — In vleesch komt veel water voor, ongeveer 70 pCt. In 1000 d. komen verder voor:

stikstof.	30—40 d.
loogen	5 „
phosphorzure zouten .	5 „

Is men daartoe in staat, dan is het verkieselijk het vet zooveel mogelijk te verwijderen, want het draagt ter bemesting weinig of niet bij, vertraagt en belemmert in den beginne de ontbinding en kan met meer voordeel voor andere doeleinden gebezigd worden.

Bloed bevat ongeveer 80 pCt. water. Het overige, dus 20 pCt. is vaste stof. In 1000 d. bloed komen gemiddeld voor:

stikstof.	25—30 d.
keukenzout.	5 „
phosphorzure zouten. .	2½ „

Vooral bezigt men bloed met goed gevolg voor vruchtboomen, vooral moerbeziënboomen; men verdunt het dan vóór het gebruik met veel water.

Beenderen bestaan uit verbrandbare (lijm hoofdzakelijk) en onverbrandbare stoffen (vooral phosphorzuren en koolzuren kalk), zooals reeds vroeger bij de behandeling van het ligchaam der dieren is gezegd. Men gebruikt ze in drie vormen, vooreerst zooals ze van de dieren verkregen worden, fijngemaakt en noemt ze dan *beenderenmeel*; vervolgens zwartgebrand door smeuling, waarbij de verbrandbare stoffen grootendeels in kool veranderd zijn, eveneens fijngegemaakt, en noemt ze dan *beenderenkool*, terwijl men ze eindelijk gebruikt, geheel en al wit gebrand, en dus van alle verbrandbare bestanddeelen bevrijd, als *beenderenaarde*, ook wel *beenderenasch* genoemd. In de eerste soort komt dus alleen nog stikstof voor,

in de beide andere soorten dus slechts de onverbrandbare stoffen, in de tweede met eenige kool gemengd, die dienen kan om eenige luchtsoorten (en vooral ammoniak) op te nemen, welke eigenschap dierlijke kool in hooge mate bezit. Omtrent de zamenstelling van beenderen, in vergelijking met andere mestsoorten is het volgende overzigt niet onbelangrijk. In 1000 d. namelijk werden gevonden in ronde cijfers in:

bestanddeelen.	beenderen meel.	beenderen kool.	beenderen asch.	versche koejen en paardenuitwerps.	droog stroo.	goede guano.	slechte guano.
stikstof	50	0	0	4	4	130	(10-15) d.
phosphorz. zouten.	240	760	850	3	2	120	(240-380)
kalk	330	140	150	4	4	120	(250-400)
kool.	0	100	0	0	0	0	0.

Men heeft beenderenmeel vervalscht met allerlei stoffen, zoodat het onmisbaar is, een onderzoek in te stellen, door droogen en afspoelen, door verbranden, door toevoegen van zuren, zooals wij dit straks bij de guano hebben uiteengezet. Versche pijp-beenderen bevatten 3—7, platte beenderen 12—20 pCt. water; gemiddeld neemt men in beenderenmeel 12 pCt. water aan. Goed beenderenmeel verliest door branden ongeveer 75 pCt. en geeft dus 25 pCt. asch gemiddeld. Men moet evenwel meerdere uren achtereen gloeijen, om al de lijm te verbranden.

Voorts komt er in sommige landen een mengsel voor van met stoom behandelde beenderen, die door deze bewerking week geworden zijn, terwijl zij na bekoeling hard worden en daarna zeer gemakkelijk tot poeder kunnen gemalen worden, wat met gewone beenderen steeds bezwaren oplevert. En hoe fijner men ze maakt, hoe beter, want een stuk been wordt slechts langzaam ontleed, zooals ons blijkt uit zoovele voorbeelden van het vinden van beenderen in den grond, die er verscheidene honderden jaren in aanwezig zijn geweest en hunne gedaante nog tamelijk wel behouden hebben. Ook heeft men wel beenderenmeel met zwavelzuur behandeld (zoogenaamde opgeloste beenderen) en daardoor een voor plantenvoedsel zeer geschikt middel bereid. In beenderen toch komt het phosphorzuur met kalk verbonden voor tot zoogenaamden basischen phosphorzuren kalk, die onoplosbaar is. Voegt men nu bij kleine hoeveelheden een zuur toe, (in 't geheel $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{4}$ in gewigt der te bereiden hoeveelheid beendermeel) dan ontstaat er zure phosphorzure kalk, die met rottende stoffen, die ammoniak geven, in aanraking, vormt zure phosphorzure ammoniak, die gemakkelijk

oplosbaar is in het water, dat in zulken grond aanwezig is, en derhalve in korten tijd ten nutte der planten kan strekken, terwijl men hierop bij het gebruik van beenderenmeel zonder zuur veel langer wachten moet.

In suikerraffinaderijen bezigt men bloed, om de onzuivere suikeroplossing te reinigen en filtreert dan ten overvloede nog door dierlijke kool (zwart gebrande en daarna fijn gemaakte beenderen), of door zoogenaamd dierlijk zwart. Wat men, nadat dit eenige malen is herhaald, dan ten slotte overhoudt, (d. i. beenderenkool met bloed en waarbij ook altijd eenige suiker zal voorkomen, met eenige eiwitstof uit het suikersap,) wordt in den handel gebragt onder den naam van *suikerkool*, als afval van suikerraffinaderijen, of als *stroopaarde*. Het is natuurlijk, dat deze stof meerdere bestanddeelen vereenigd heeft, die wij reeds meermalen als zeer geschikt voor plantenvoeding opgaven. In eene dusdanige soort werd gevonden in 100 d.:

water	8 d.
verbrandbare stof	33 "
daarin stikstof	2 "
phosphorzure zouten	44 "
kalk	13 "

Nog moet hierbij worden gevoegd, dat de zamenstelling van stroopaarde zeer verschillen kan, en dat er dikwijls vervalschingen meê geschieden. Zij kan bevatten (zooals uit onderzoekingen gebleken is) in gedroogden toestand, 0,75 tot 2,6 pCt. stikstof, 52,6 tot 75 pCt. phosphorzure zouten, 5,4 tot 21 pCt. kalk.

Ter vrijwaring voor bedrog moet nog worden opgegeven, dat één mud goede stroopaarde wegen moet 98 Ned. p.; na zeer sterke drooging, zonder te branden, moet het wegen 63 Ned. p. Verder bevat goede stroopaarde 70 pCt. aan asch, en geeft met een weinig potasch en ijzervijlsel gegloeid een zeer sterken reuk., na bevochtiging met water, van ammoniak.

Als bijvoegsel tot het gezegde van de beenderen moeten wij nu nog vermelden, dat men in ons land verkrijgen kan den afval van eene beenderenlijm-fabriek. Dáár heeft men beenderen uitgetrokken met zoutzuur en daardoor verkregen (als bijproduct in de fabriek) een mengsel, dat al den phosphorzuren kalk uit de beenderen moet bevatten, het gevormde chlorcalcium, en behalve eenige andere stoffen ook eenige dierlijke zelfstandigheden. Zeker is deze meststof zeer aanbevelenswaardig, maar het watergehalte zal soms zeer kun-

nen verschillen, omdat chloorcalcium veel vocht uit de lucht aantrekt en het mengsel dus voortdurend vochtig zal houden. Wenscht men er spoedige werking van, dan voege men eenig zuur toe, zooals straks reeds is opgegeven.

Behalve de genoemde soorten van dierlijken afval, blijven ons ter behandeling over: hoorn, hoeven, haar, wol, wollen lompen, vischschubben, graten, oud leder, afval van leerlooijerijen, vederen enz., die over het algemeen zeer moeijelijk ontleed worden. Zij bevatten evenwel alle stikstof en wel werd in 1000 Ned. p. daarvan gevonden:

afval van hoorn	100—120	Ned.	p.
wollen lompen	100—120	"	"
klaauwen, hoeven, hoornen .	90—100	"	"
borstelhaar, vederen	90—100	"	"
oud leder	60— 70	"	"
afval van leerlooijerijen ...	30— 40	"	"

Van onverbrandbare bestanddeelen bevatten zij weinig. Om die reden behoeft men ze dan ook niet te wenschen. Men bezigt ze om het groote stikstofgehalte, en wollen lompen b. v. danken daaraan haar invloed op vruchtboomen, enz. Maar zij werken langzaam; men maakt ze vóór het gebruik zoo fijn mogelijk, en voegt er soms wel kalk bij of soda (zooals bij wollen lompen) om ze op die wijze in korter tijd te ontleden en ze spoediger werkzaam te maken.

Tot dezelfde soort van afval behoort die van geheele dieren van kleine soort, namelijk visch, grom, panharing, mosselen, zeesterren, meikevers, slakken, rupsen, allerlei insekten enz.

Bemesting met visch bezigt men in Engeland veel. Men gebruikt daar sprot, werpt ze op hoopen en mengt ze met aarde. In ons land bezigt men te Rijnsburg garnalen, allerlei afval van zeevisch en zeesterren. De Soester knollen zijn veeltijds gemest met panharing, en te Katwijk bemest men bloemkool met zeesterren enz., die berucht is om den soms ondragelijken stank en den onaangenamen smaak, die zij gekookt somwijlen nog bezit. De praktijk heeft evenwel geleerd, dat men door dit middel alléén den grond spoedig uitput, want de eerste oogsten zijn meestal verbazend, terwijl zij weldra in hoeveelheid afnemen, en men gebruikt daarom bemesting met visch bijna nooit alleen. Men voegt bij visch ook wel een zuur, voordat men dezen afval in den grond brengt, en sints korten tijd heeft men van visch en vischafval met zwavelzuur ontleed,

en daarna gedroogd, eene soort van visch-guano gemaakt, zooals men haar noemt, die uitnemend werkt en betrekkelijk minder kost dan guano. In ons land is dergelijke mest, voor zoo ver ons bekend is, nog niet verkrijgbaar, maar zou zeer wenschelijk zijn, daar het zwavelzuur de stankgevende stoffen der visschen ontleden kan. In Engeland maakt men hem zeer in het groot en in Frankrijk bestaat eene fabriek, die per dag 4000—5000 Ned. p. er van vervaardigt. Men geeft er van op, dat er 10—12 pCt. stikstof en 16—20 pCt. phosphorzure zouten in voorkomen. In Duitschland bestaat eene fabriek, waar men zulk een mengsel bereidt uit garnalen, dat goeden aftrek heeft. De eigenaar er van heeft zich voor 10 jaren van de geheele garnalen-vangst over eene groote uitgestrektheid verzekerd.

Met mosselen mest men aan de monden van de Maas, in Groningen, Friesland enz. vooral de uiterwaarden. Evenwel leveren de schelpen bezwaar op bij het bemesten van het land. Men gebruikt er geheele scheepsladingen van, en elk gebruiker geeft er van op, dat hij er ongeloofelijke oogsten mede verkregen heeft.

Men verhaalt, dat men in Gelderland wel eens met meikevers heeft gemest. Zeker is het, dat men er soms vrij groote hoeveelheden van verzamelde. [1]) Even als men deze dieren ter bemesting kan gebruiken, waarin ongeveer 3 pCt. stikstof voorkomt, is men ook in staat te mesten met rupsen, slakken enz. — als men er slechts een genoegzamen voorraad van bezit. Al deze dieren bevatten vrij wat stikstof.

Al wat van dierlijken aard is, kan als mest worden gebezigd; niets is daarvoor volstrekt ongeschikt. In elke zelfstandigheid, in de meest afzigtelijke, die wij naauwelijks aanzien, ja zelfs in het kleinste glimwormje ligt een kapitaal verholen, dat nuttig en verstandig aangewend, van den meest onvruchtbaren grond den vruchtbaarsten maken kan en hooge interesten kan opleveren.

Dr. L. Mulder.

1) In het jaar 1809 namelijk verzamelde men 4709 mudden, 47 koppen meikevers, die aan het land aan premiën *f* 1095,30 hebben gekost. — In 1848 verzamelde men te Huisen in 3 dagen 135 mud van die dieren.

XIII.

PLANTAARDIGE MEST EN STALMEST.

De planten bestaan uit bewerktuigde en uit onbewerktuigde bestanddeelen. Reeds meermalen is dit in het bovenstaande vermeld. Er behoeft dus hier ter plaatse niet meer over gesproken te worden en vooral niet na hetgeen in het vorige hoofdstuk duidelijk geworden is, dat planten de stoffen bezitten, die bij rotting aan hare natuurgenooten tot voedsel kunnen verstrekken.

Het is evenwel lang niet onverschillig, welke soort van planten men tot bemesting van andere planten bezigt en welke handelwijze men daarbij in het algemeen volgt. Want men kan planten voor zich alleen als bemesting bezigen of haren afval, en bovendien een mengsel maken van plantaardigen en dierlijken mest. Ziedaar dus reeds drie afdeelingen, welke wij achtereenvolgens meer van naderbij zullen beschouwen.

Men kan een akker regtstreeks *bemesten* door *planten* of *plantenafval*. — In het algemeen heet deze handelwijze groene bemesting en ook zij vervalt weder in vier onderverdeelingen. Want een land kan, 1° worden verbeterd, verrijkt en dus gemest, door er houtgewas op te planten; het kan, 2° langzamerhand bebouwbaar worden gemaakt, door het zekeren tijd als weiland te bezigen en daarna eerst tot bouwland; vervolgens kunnen, 3° op eene zekere uitgestrektheid gronds planten worden gezaaid en ter plaatse, waar zij groeijen, ondergeploegd; en eindelijk, 4° kan men op een stuk land planten kweeken, die afmaaijen, naar eene andere plaats brengen en dáár onderploegen of wat hetzelfde is, bemesten met versche planten, die men van elders, om het even van waar dan ook, bekomt. Deze

vier verschillende, in de praktijk voorkomende handelwijzen, gaan wij nu elke voor zich beschouwen.

Beplanten met houtgewas. Reeds heeft de lezer vroeger (hoofdstuk VII) gelegenheid gehad op te merken, dat de planten voedsel tot zich nemen uit den grond en uit de lucht. Wanneer men nu een zeker stuk gronds langzamerhand zonder te zeer bezwarende onkosten in bouwland wil veranderen, kan men dat in sommige gevallen zeer gevoegelijk doen, door den grond te bewerken, zooals bij de verbetering van den grond door werktuigen reeds is opgegeven, en er dan dennen in te zaaijen, of te poten, of wel eikenstek of andere houtgewassen.[1]) Zoolang het zaad onder den grond is, teert het op den inhoud en op de zaadlobben. Later zullen de jonge plantjes met hare fijne worteltjes aan den grond onbewerktuigde stoffen ontleenen, waarschijnlijk genoeg, om het leven van het nog jonge plantje te onderhouden, en als er eenmaal een klein gedeelte boven den grond ontwikkeld is, bègint dit ook stoffen uit de lucht tot zich te nemen en wel die, waaruit grootendeels het bewerktuigde gedeelte van den toekomstigen boom bestaan zal. Wat hier de dampkring nu geeft, is winst, en ook voor een groot deel wat de worteltjes in het ligchaam van den boom voeren, omdat zij in diepere aardlagen indringen, dan dit met heesters en kruiden het geval zal zijn.[2]) In elk jaar valt nu een gedeelte van het loof der boomen af en van takken, die op den grond verblijvende, daar langzamerhand zullen beginnen te rotten en zoo eene laag bruikbare zwarte aarde zullen vormen, die in losschen, in streken, die zelden of nooit door menschen betreden zijn, soms vele voeten dik kan worden en natuurlijk de bestanddeelen bevat zoowel van bewerktuigden als van onbewerktuigden aard, waaruit de afval der boomen, of met andere woorden, waaruit de boomen zelf bestaan. En het is hier niet alleen de werking des dampkrings, die zijne bestanddeelen aan de planten afstaat, noch het opzuigen

---

[1]) Bij het zaaijen van dennen, wordt de grond soms niet eens aangelegd. Men zaait zoo in de heide, en maakt op afstanden evenwijdige gruppels, waarvan de aarde over het land wordt uitgestrooid. Deze zelfde wijze van handelen kan men bij eikenhout niet volgen, omdat dit diepe wortels maakt. Om die reden zet men in dat geval den grond diep om.

[2]) Dit is niet het geval bij dennenworteltjes, die in het algemeen niet dieper in den grond gaan dan die van heesters en kruiden. Evenmin is dit het geval bij jonge zaailingen van eiken, beuken of andere boomen. Eerst langzamerhand gaan de wortels aanmerkelijk dieper. Als de grond goed is, gaan ook later de dennenwortels vrij diep.

van stoffen uit den ondergrond, wat tot verrijking in den bodem bijdraagt, maar door de kracht van den plantengroei, door de rotting der afgevallen plantendeelen, worden vele in den bodem aanwezige onverbrandbare bestanddeelen oplosbaar en dus tot voeding der planten bruikbaar.

Zoo wordt dus langzamerhand een ter bebouwing zeer geschikte bovengrond gemaakt, eenvoudig door de vrijwillige werking der natuur, zonder dat de kunst er iets aan behoeft te doen. En worden nu na verloop van tijd de boomen gerooid, en wordt de grond bewerkt, zooals bouwland dat eischt, dan kunnen daarin velerlei andere planten met voordeel worden verbouwd. Maar deze wijze vereischt een lang tijdsbestek en dit is een niet gering bezwaar, ofschoon zeker niet kan worden ontkend, dat men aldus te werk gaande op vele plaatsen in ons vaderland reeds schrale heigronden in lange reeksen van jaren zeer aanzienlijk heeft doen veranderen, en geheele streken, die nog kort geleden met dennen en met akkermaals hout waren begroeid, dragen nu overvloedige voedergewassen van allerlei aard en doen den voorbijganger er aan twijfelen, of zijne voorstelling van vroeger dagen wel juist is en of hij zich in zijne herinnering aan lommerrijke bosschen ook bedriegt.

Wenscht men zulk eene uitkomst volkomen te verkrijgen, als wij daar in grove trekken schilderden, dan behoort men in een bosch den afval te laten verblijven, die telken jare op den grond nedervalt, en hem niet voor eenig ander doel aan te wenden. Dan moet men niet te veel zoogenaamd blad [1]) gebruiken voor onderstrooisel in de stallen, want dan berooft men den grond van stoffen, die hij ter vruchtbaarwording in de allereerste plaats behoeft; dan verarmt men hem en moet dus zoo vele jaren langer wachten, voordat men hem in bouwland zal kunnen herscheppen.

Maar er zijn nog velerlei zaken onze aandacht overwaardig. Het spreekt namelijk wel van zelf, dat men een aldus van boschgrond in bouwland veranderd stuk land niet zonder bemesting ter kweeking van landbouw-producten bezigen kan. Want beproeft men dit, dan zal doorgaans na 2 jaren de bodem wederom uitgeput zijn en op enkele plaatsen heeft men geen mest (hier bedoelen wij dierlij-

---

1) In sommige geschriften gebruikt men ook wel het woord *boschstrooisel*, en dit schijnt verkieselijker, omdat men in een bosch niet alleen bladeren vindt, maar ook takken, van de denneboomen naalden, enz., die te zamen verrotten.

ken mest) genoeg, om den bebouwbaar gemaakten grond voortdurend voor uitputting te behoeden. Ook kunnen er stukken grond op eene bouwerij aanwezig zijn, waarop geen houtgewas gegroeid is, en die men evenwel op andere wijze dan door er boomen op te poten langzamerhand bebouwbaar wenscht te maken, zonder er al te veel onkosten voor regtstreeksche bemesting met dierlijken mest aan te besteden. Ook kan men tijdelijk geen mest beschikbaar hebben. — In al deze gevallen is het raadzaam weiland aan te leggen, door den grond, dien men van houtgewas heeft ontdaan, of in zoodanigen, waarbij dit niet geschied is, om te ploegen, verder te bewerken en er dan grassoorten in te zaaijen, waardoor men eene kunstmatige weide zal erlangen. Wenscht men die weilanden eens vooral goed aan te leggen, dan is eene goede hoeveelheid mest noodzakelijk, even als voor bouwland. Men kan die weiden dan door het vee laten afgrazen, terwijl dan voortdurend de uitwerpselen der grazende dieren den bodem zullen verrijken, en vooral veel nut zullen doen, als men ze van tijd tot tijd laat verspreiden, omdat er anders zeer veel door uitdrooging verloren gaat. Ook is dit uitspreiden aan te bevelen, als men een zoo veel mogelijk gelijkmatigen groei van de grasplanten in het weiland wenscht. Bovendien neemt ook elk grasplantje stoffen uit de lucht op, en op die wijze te werk gaande, verkrijgt men langzamerhand een goed weiland. Verkiest men nu na verloop van tijd daarvan bouwland te maken, als men mest genoeg heeft of wanneer men in de gelegenheid is, zich eens vooral de daarvoor onvermijdelijke onkosten te getroosten, dan behoeft men die gronden slechts te scheuren en te laten doorvriezen, te eggen en kan er dan allerlei planten op zaaijen. Is er veel onkruid op het weiland aanwezig geweest, dan ploegt en egt men herhaalde malen, het eerst om de wortels der onkruiden los te maken, het tweede om de losgemaakte wortels van het land zooveel mogelijk te verwijderen. Het is bij deze handelwijze verkieselijk te ploegen bij warm weder, omdat de bovengebragte wortels van de onkruiden dan spoediger verdroogen en sterven. Soms neemt men ook wel de dunne graskorst weg, legt die op hoopen en verbrandt deze.

Zoo hebben wij dan reeds twee wijzen beschouwd, waardoor men grond door enkel plantaardigen mest vruchtbaar kan maken, maar beiden vereischten, zooals wij zagen, geheele reeksen van jaren. Daar nu niet iedereen kapitaal genoeg bezit of de gelegenheid heeft, ettelijke jaren te wachten, vóórdat hij een land bebouwen kan, is men op andere middelen bedacht geweest, om in korter tijd de-

zelfde uitkomst of althans eene overeenkomstige te erlangen, en heeft eene wijze van verbetering van grond toegepast, meer bijzonder dan de voorgaanden bekend onder den naam van *groene bemesting*. Men zaait namelijk op den te verrijken grond eenjarige planten, laat die opschieten tot even voor den bloeitijd, en ploegt ze dan onder. Daardoor maakt men de bouwvoor rijker dan zij vroeger was aan alle onbewerktuigde en bewerktuigde bestanddeelen waaruit de ondergeploegde planten bestonden, en heeft men gewassen aangewend, die met hunne wortels diep in den grond indringen, (zie de voorbeelden hiervan in hoofdstuk XI), dan heeft men uit die gedeelten van den ondergrond eene zekere hoeveelheid stoffen verkregen in den bovengrond, waarmêe volgende planten zich zullen kunnen voeden. Vooral is de groene bemesting nuttig voor ligte zandgronden, dus inzonderheid voor degenen, welke gebrek hebben aan zwarten grond, want planten en plantendeelen vormen bij verrotting zwarten grond, zooals ons allen uit de bladaarde bekend is der hoveniers en tuiniers, die juist daardoor hunne beste teelaarde maken. Voorts kan uit het boven reeds medegedeelde gemakkelijk worden afgeleid, dat de groene bemesting eveneens zeer geschikt is voor uitgestrekte goederen, waarop men geen dierlijken mest genoeg heeft, om alle gronden daarmede te bemesten. Evenwel blijft de groene bemesting in dit geval slechts een halve maatregel, zoo men geen dierlijken mest of hulpmest aankoopt en alleen planten zaait, met het doel om die onder te ploegen.

In het algemeen kiest men voor planten ter groene bemesting de zoodanigen, wier zaad goedkoop is, wier wortels diep in den grond dringen en die nog al bladrijk zijn. Men zaait voorts niet karig, want de grond moet om vroeger opgegeven redenen (hoofdstuk XI) zooveel mogelijk beschaduwd zijn. En welke soort van planten gebruikt men nu wel? Allerlei soort; om eenige voorbeelden te noemen: lupinen (wolfsboonen), wikken, brem (in de kolonie van weldadigheid), hier en daar spurrie, op vele zandstreken in ons vaderland knollen en in eenige andere landen zelfs boekweit, graansoorten en oliegewassen. Is nu de genoemde handelwijze in het algemeen voor alle gronden geschikt en mag zij aan elk een worden aangeraden? Geenszins. Groene bemesting is eene plaatsvervangster van bemesting met dierlijken mest, als men dien voor 't oogenblik niet bezit, maar zij kan volstrekt de gewone bemesting niet vervangen. Zij mag onbepaald worden aangeraden om hare goedkoopte voor ver van eene boerderij afgelegen gronden en ook wel, en vooral voor

losse gronden, als tusschenbemesting. Maar oneindig beter is het overigens de planten, die men gezaaid heeft, af te maaijen, ze voor veevoeder te gebruiken en dan den mest der dieren te bezigen, dan in eenig groen bewassen veld het daarop staande gewas geheel en al onder te ploegen. Want in het ligchaam der dieren worden de plantendeelen omgezet en gaan gedeeltelijk over in een toestand, waarin zij door planten gemakkelijk kunnen worden opgenomen en daarbij worden er vele zaken uit het dierlijke ligchaam van andere voedsels, van het genuttigde water enz. afkomstig, mede gemengd. Bovendien vergete men ook niet, dat er door groene bemesting een geheele bouwtijd verloren gaat (bij het gebruik van brem soms 2 à 3 jaren), iets wat door den nieuweren landbouw in hooge mate wordt afgekeurd. Als eindbesluit leiden wij dus hieruit af, dat groene bemesting nooit met die van gewonen mest kan gelijk gesteld worden en zonder twijfel dwalen dan ook zij, die meenen, dat groene bemesting het gebruik van dierlijken mest overbodig maakt, die derhalve landbouw willen drijven zonder vee. Op sommige landen mogen zij dit eenigen tijd kunnen volhouden, het einde zal zijn, de toekomst zal het zonder twijfel leeren, dat zij hun eigenbelang hebben verwaarloosd.

Men kan verder, zooals wij in den aanvang van dit hoofdstuk reeds opmerkten, een land bemesten met *verschen planten afval*, om het even, van waar men dien bekomen heeft. Tot zoodanigen afval behooren behalve andere soorten, waarover wij zoo straks zullen spreken, onkruid en het loof van aardappelen, bladeren van boomen, heiplanten, mos, allerlei waterplanten, als kroos, waterlinzen en waterranunkels, en bovendien eenige planten, die in de zee groeijen, zoo als zeewieren en zeegrassen. Ook heeft men hier en daar wel paddestoelen en zwammen opzettelijk ter bemesting aangewend. Wat straks gold van de groene bemesting in het algemeen, is ook voor een gedeelte van kracht bij het gebruik van aardappelen-loof, bladeren, heiplanten, mos, en allerlei zoet- en zoutwater-planten. Zij allen hebben voedsel opgenomen uit den grond (of uit het water) en uit de lucht — en bestaan zoo als alle planten uit bewerktuigde en onbewerktuigde bestanddeelen. Door ze dus op dezen of genen akker onder te ploegen, verrijkt men dezen in elk geval. Maar wat men aan den grond geeft, waarin men de genoemde plantendeelen brengt, ontneemt men aan den anderen kant van die plaatsen, van waar men de planten verwijdert. Door dus hei en heiplaggen te bezigen regtstreeks tot bemesting of onderstrooijing van mest

(waarover aan het einde van dit hoofdstuk uitvoeriger), verrijkt men den eenen grond ten koste van den anderen, en wat op den laatsten door verloop van tijd karig was opgeschoten en wat hem juist langzamerhand van nature ter bebouwing in het toekomende geschikt gemaakt zou hebben — daarvan berooft men hem en zet hem daardoor eene reeks van jaren achteruit. Hier geldt dezelfde wijze van redeneren als straks bij het boschstrooisel. Men handelt in den regel verstandig door op eene plaats den plantenvoorraad en plantenafval te laten en niet naar elders te vervoeren, dat veel geld en veel tijd kost, en van daar dan ook, dat in sommige huurcontracten in zandstreken de bepaling is opgenomen, dat het den pachter niet geoorloofd is, plaggen te steken en die in mest te veranderen, tenzij hij ze met mest gemengd ter bemesting aanwendt, van de plaats, van waar hij ze verwijderd heeft. Waar uitgestrekte heivelden aan eene gemeente behooren, kunnen de omstandigheden zóó zijn, dat het plaggensteken geschieden moet, maar het algemeen belang, vooral met het oog op de toekomst, eischt toch, zelfs al is de opbrengst der plaggen aanzienlijk, dat men de heide zich zelve laat verbeteren. Dan is zij later zooveel te meer waard dan zij wezen zal, als men er plaggen en dus plantengroei van heeft verwijderd. Het kan wel is waar van belang zijn, een *gedeelte* van den plantenvoorraad van onvruchtbare gronden naar zoodanige over te brengen, die meer vruchten van de bemesting beloven. Een hei- of zavelgrond behoudt den mest langer, en het zou vaak onverstandig zijn, aan het mulle zand schatten toe te vertrouwen, die daarin grootendeels te loor zouden gaan. Maar wij moeten ook op de toekomst letten, en bedenken, dat zelfs de onvruchtbaarste zandgronden in vervolg van tijd door vorming van zwarten grond vruchtbaarder en vaster kunnen worden; het is onverstandig, om ze daartoe door het wegnemen van den *geheelen* plantenvoorraad, de gelegenheid te ontnemen. Doet men dit niet, dan kan zulk een grond later welligt op eenvoudige wijze in bouwland herschapen worden.

Het spreekt overigens wel van zelf, dat wij met dit oordeel niet bedoelen kunnen af te keuren, dat men waterplanten van allerlei aard aanwendt. Integendeel moeten de zoodanigen op elke bouwerij steeds met zorg verzameld worden en geene sloot mag geheel en al begroeid zijn met planten, zoodat men zelfs soms het water-oppervlak niet meer zien kan. Die planten doen daar geen nut en kunnen in mest veranderd, daarentegen heilzamen invloed uit-

oefenen, mist goed verrot zijnde, zoodat de onkruidzaden hun kiemvermogen verloren hebben.

Men kan behalve met de reeds opgenoemde versche planten of plantendeelen, ook nog wenschen te mesten met *droogeplantenstoffen*. En haar aantal is zeer groot en hare toepassing hier en daar zeer aanzienlijk. Over het gebruik van strooisel, waartoe men allerlei stroo van granen enz. in droogen staat aanwendt, handelen wij beter bij den stalmest dan hier, maar behalve dat stroo van velerlei planten, kan men ook gebruik maken van zaagsel, zemelen, run, moutpoeder, turfmolm, veenmolm, en daarenboven nog van stoffen, die haren oorsprong aan planten verschuldigd zijn, zoo als houtskoolpoeder, dat van steenkolen, roet, en vele anderen, waaronder de koeken van allerlei oliebevattende planten, als lijnkoeken, papaverkoeken enz. Over enkele dezer stoffen kunnen wij kort zijn, over anderen behooren wij uitvoerig te spreken.

Onder de eerste reeks brengen wij het gebruik van zaagsel, zemelen, run- en moutpoeder, wat bestaat uit het met water uitgetrokken gekiemde graan in de bierbrouwerijen. Zaagsel is fijn hout en bevat dus dezelfde bestanddeelen als hout. Meestal bezigt men het als strooisel. In 1000 ned. p. fijn houtzaagsel werden gevonden:

stikstof	3	ned. ℔
loogen	3½	" "
kalk en magnesia	11	" "
phosphorzuur	½	" "

De run der leerlooijerijen of het overblijfsel van den fijngestooten bast van eiken, is meestal met dierlijke stoffen gemengd van de huiden, waarmede zij in aanraking is geweest en verdient dus zeker de voorkeur boven zaagsel, ofschoon de aanzienlijke hoeveelheid looizuur soms schadelijk werkt. Zemelen bevatten eene vrij aanzienlijke hoeveelheid stikstof en phosphorzuur. Het moutpoeder, heeft aan sommigen zeer voldaan en heeft veel overeenkomst in zamenstelling met koeken van oliegewassen, die wij straks zullen beschouwen. Maar het werkt spoediger en wel vooral, omdat het zeer los zamenhangt en dus gemakkelijk in den grond ontleed wordt. De waarde er van met het oog op de bestanddeelen moge nognader blijken uit de volgende cijfers, welke de stoffen aangeven, die men in moutpoeder heeft aangetroffen. In 1000 ned. pd. werden gevonden:

verbrandbare stof	915	ned. ℔	
daarin stikstof	40	"	"
onverbrandbare stof	85	"	"
daarin potasch en soda	20	"	"
" kalk en magnesia	9	"	"
" phosphorzuur	14	"	"

Hieruit volgt dus, dat moutpoeder inzonderheid rijk is aan stikstof, en dat daarop in hoeveelheid volgen de loogen en het phosphorzuur, juist alle bestanddeelen, die wij vroeger reeds als zeer belangrijk ter bemesting aanmerkten.

Zagen wij straks het nut van het gebruik van waterplanten — om dezelfde reden moet ook de toepassing van turfmolm (veenmolm) in den landbouw worden aangeraden en wel inzonderheid voor landen, die gebrek aan zwarten grond hebben. Turf is het overblijfsel van vergane plantendeelen en bestaat dus voor een aanzienlijk deel uit humus. Maar bovendien is humus zwart of althans donkergekleurd en 't is uit de ervaring bekend, dat een donkergekleurde grond doorgaans warmer is dan een licht gekleurde. En eindelijk heeft de turfmolm de eigenschap om luchtsoorten, die gaarne ontwijken, vast te leggen en zoo tot plantenvoeding in den grond beschikbaar te houden, terwijl zij ook de ammoniak uit den dampkring aantrekt en terughoudt. Met turfmolm heeft houtskoolpoeder veel overeenkomst en ook gedeeltelijk poeder van steenkolen. Ook zij zijn donkergekleurd, ook zij, en vooral de houtskool, nemen luchtsoorten op en bewaren die, maar er bestaat dit verschil: houtskool levert geene humus, evenmin als steenkolen; houtskool bevat ongeveer geene stikstof, en verschilt hierin van steenkolen, eindelijk bezigt men houtskool bijna nooit alleen, en slechts in den mestbak of in den tuinbouw, terwijl men steenkolenpoeder, waar men dit bezigt (en in ons vaderland zeer weinig) meestal over weiland verspreidt.

Omtrent het roet valt weinig op te merken. Uit den aard der zaak moet men onderscheid maken tusschen roet van hout, turf en steenkolen en reeds hieruit volgt, hoezeer de eene roetsoort van de andere verschillen kan. Overigens kan het niet worden ontkend, dat roet, vooral als overbemesting, voor weiland om mos te verdrijven en het gras een donkerder kleur te geven, voor sommige planten, zooals voor tabak, zeer heilzaam werken kan, welke werking zal moeten toegeschreven worden aan eene hoeveelheid ammoniak, die in het roet als zoodanig deels vrij, deels met andere stoffen verbonden voorkomt, terwijl het roet ook het vermogen om luchtsoorten

aan te trekken en terug te houden in groote mate bezit. Naar gelang van de soort van stof, waarvan het afstamt, de hoogte en de trek van den schoorsteen, waarin het is verkregen en de tijd van het jaar, waarin het is verzameld, bestaan er tusschen het aschgehalte en de hoeveelheid water aanzienlijke verschillen, welke door onderzoek bepaald zijn. Zoo werd b. v. in roet uit ons vaderland van verschillenden oorsprong gevonden:

een asch-gehalte van	40—23	pCt.
» watergehalte »	25—30	»
» gehalte aan in water oplosbare stof	13—89	»

Uit deze cijfers mag wel het besluit worden afgeleid, dat het lang niet om het even is, welke soort van roet men inkoopt. Bovendien wordt het ook nog wel opzettelijk vervalscht. In het algemeen kan men zich eenig oordeel omtrent de deugdelijkheid van roet verschaffen, door de wijze van onderzoek te volgen, die in het vorige hoofdstuk bij de guano meer in bijzonderheden is vermeld en welke wij hier dus niet behoeven te herhalen.

Van meer belang dan de genoemde drooge afval van planten of van de afgeleide stoffen daarvan, is in de oogen van sommigen het gebruik van verschillende soorten van koeken, geslagen van oliebevattende planten. Hoe aanzienlijk wel het verbruik daarvan in andere landen is, blijkt hieruit, dat Engeland jaarlijks meer dan 82 millioen ned. p. koeken ter voedering van het vee en ter bemesting der landen gebruikt. Een gedeelte dier koeken is in ons land bereid en wij mogen al wederom hier den landbouwer met luider stemme toeroepen: Behoud wat gij hebt en bemest geene vreemde landen met de kracht van uwen akker. Zie! zoo hoog schat men den afval der oliegewassen in Saksen, dat daar vele landlieden het oliezaad aan den molenaar verkoopen op voorwaarde, dat zij de daarvan te verkrijgen koeken terug zullen bekomen!

In de genoemde producten der oliebevattende planten, die door sterke uitpersing, waarbij het grootste gedeelte der olie verdreven is, verkregen zijn, komt eene aanzienlijke hoeveelheid stikstof voor en daarenboven veelal eene ruime hoeveelheid onverbrandbare stoffen, wat duidelijk blijken zal uit het volgende overzigt van een onderzoek van 10 soorten van koeken uit den nederlandschen handel, een paar jaar geleden door mij verrigt en in ronde cijfers hier meêgedeeld. In 100 d. werd gevonden:

	zouten behalve kiezelzuur.	water.	olie.	stikstof.
koek van zonnenbloemen	5½	14¼	5¼	2½.
" " huttentut	8¼	14½	6¼	3½.
" " beuknoten	3¼	16¾	¼	3¾.
" " koolzaad	5¾	18¼	4¼	4¾.
" " hennepzaad	5½	16¼	7	4¾.
" " pronkappel	5¾	17¼	6¼	4¾.
" " papaver	10	15¼	17	5.
" " lijnzaad (Rusland)	6½	14½	6¾	5.
" " sesamium	6¾	14	9¼	5¼.
" " lijnzaad (inl.)	11	18¾	2	5.

Wij ontwaren daaruit, welke verschillen er bestaan kunnen tusschen de hoeveelheid water b. v. 14—18¾ pCt., en stikstof 2 ½—5¼ pCt. Bovendien ontdekken wij eene lang met onaanzienlijke hoeveelheid olie daarin, van ¼ tot 17 pCt. Hieruit kunnen zeer belangrijke besluiten worden opgemaakt. Men kan namelijk koeken gebruiken als voedsel en als mest. Bezigt men ze als voedsel, dan zijn de koeken, die veel stikstof bevatten en tevens daarbij olie, zonder twijfel de beste, ofschoon hierbij niet uit het oog mag verloren worden, dat sommige koeken, die overigens aanbevelenswaardig mogen heeten, voor het vee een onaangenamen smaak hebben, en men na het gebruik van sommigen ziekteverschijnselen waarneemt. En wenschen wij er mede te bemesten, dan gebruiken wij het liefst stikstofrijke koeken met zeer weinig olie, terwijl het geen betoog behoeft, dat een laag watergehalte èn voor voeding- èn voor bemesting voordeelig is, want water behoeft men niet te koopen. Nu zijn er lieden, die beweren, dat men altijd de koeken gebruiken moet voor voedsel en den mest der dieren derhalve verbeteren; dat men de koeken, om het zoo uit te drukken, moet laten gaan door het ligchaam van het dier, en er niet regtstreeks mede mesten moet. Daarenboven is het van belang op te merken, dat olie even als in het algemeen vet, de gisting van den mest tegengaat en bovendien de ontkieming van het zaad tegenstreeft. Daarom is men er in sommige streken ook op uit geweest, de koeken uit den handel nogmaals door zeer sterke persen te laten gaan, vóórdat men ze ter bemesting bezigde; maar toch zal er altijd olie in aanwezig blijven. Geeft men daarentegen koeken als voedsel aan het vee, dan wordt in het ligchaam de olie in vet veranderd, terwijl ze in den grond schaadt, en in den mest krijgen wij de onverbrandbare stoffen van de koeken terug en zeker ook verre weg het grootste gedeelte der stikstof.

Wij kunnen na het boven behandelde nu gevoegelijk overgaan tot het beschouwen van het *stroo*, wat men ter *onderstrooijing* in de stallen gebruikt en waarmede men den mest vermengt. — Men heeft daarmede verschillende bedoelingen, en wel: 1°. om aan de dieren een gemakkelijk en warm leger te verschaffen en dus hunne gezondheid te bevorderen; 2°. om bemestende bestanddeelen uit de dierlijke uitwerpselen op te vangen en vast te houden, en daardoor de bemestende kracht van den mest in het algemeen te verhoogen; 3°. om de hoeveelheid van den mest met voordeel te vergrooten.

Het eerste punt behoeft wel niet besproken te worden, want een gezond dier alleen geeft gewenschten mest en al had het strooisel geen ander voordeel, dan dat het de dieren gezond hield, dan verdiende het toch nog alle aanbeveling. Maar er is nog bovendien veel meer. Plantendeelen geven bij verrotting humus en deze humus neemt ammoniak op en houdt die vast. Daarenboven bevat het strooisel voor zich zelf, behalve de verbrandbare bestanddeelen ook onverbrandbare en door toevoegen van strooisel tot gewonen enkelen dierlijken mest, verbetert men dan dien mest in aard en vermeerdert hem niet slechts in hoeveelheid, maar ook in bestanddeelen, die voor den wasdom der planten van gewigt zijn. Maar behalve de opgenoemde voordeelen, is er nog één, dat niet mag voorbijgegaan worden. Wat zou er wel gebeuren, als men eens geen strooisel gebruikte, of liever als men het stroo in eene boerderij telken jare aanwezig, eens voortdurend verkocht en niet wederom met mest gemengd, in anderen vorm aan den grond terug gaf, want het alleen te bezigen is daarom ondoenlijk, omdat het drooge stroo zoo lang noodig heeft om te vergaan? Het antwoord ligt nabij. Dat de gronden van zulk eene bouwerij al zeer spoedig uitgeput zouden zijn, tenzij men er met overgroote onkosten elk jaar zooveel onverbrandbare stoffen voor aankocht en verbrandbare tevens, als men met het stroo van de boerderij verwijderd had. Want niet alleen het zaad trekt stoffen uit den grond tot zich, die men door bemesting wederom moet aanvullen, maar ook het stroo bevat daarvan eveneens eene ruime hoeveelheid, zoo als het volgende overzigt duidelijk maakt, en waarover in hoofdstuk V uitvoerig is gesproken, die men wederom aan den grond kan en moet terug geven. Een verstandig landbouwer verkoopt dan ook zijn stroo niet, dan alleen als hij er overvloed van heeft en zijn grond rijk mag genoemd worden. Want 1000 Ned. pd. volkomen uitgedroogd stroo bevatten:

	tarwe.	rogge.	gerst.	haver.	
verbrandbare stoffen	960	970	955	950	Ned. ℔.
daarin stikstof	4	4	3	3	" "
onverbrandbare stoffen	40	30	45	50	" "
daarin potasch en soda	6	5½	12	14	" "
" kalk en magnesia	3	3½	5	5	" "
" phosphorzuur	2	1¼	2	1½	" "

Voor strooisel in de stallen en in den mestbak bezigt men allerlei soort van stroo, als dat der granen, dat van boekweit, peulvruchten, (zooals van boonen, erwten en wikken), dat van oliegewassen, ook wel aardappelen-loof en velerlei anderen afval, als blad en heiplaggen, (waarbij men evenwel meestal ook de bovenste laag van den grond gebruikt), welke handelwijze wij boven beide hebben afgekeurd, en waarvan wij tot nadere staving van het straks uitgesproken oordeel, hier eene opgave der zamenstelling van eenige soorten laten volgen. Er werden namelijk gevonden in 1000 Ned. pd. drooge stoffen:

	Afgevallen				
		naalden van			
	eiken-loof.	pijnboomen.	denneboomen.	heiplanten.	woud-mos.
stikstof	8	13	10	10	11
loogen	5	¾	1¼	3	4
kalk en magnesia	18	10	7	7	6
phosphorzuur	4	5	2½	1	3½

Bovendien gaan de bedoelde strooimiddelen voor een gedeelte moeijelijk in rotting over en wel ten gevolge van de harsachtige ligchamen, inzonderheid in naalden van pijnboomen en dennen, en in heiplanten aanwezig.

Behalve de genoemde strooisels gebruikt men ook varens, brem, riet, biezen, zaagsel en daarenboven aarde, over welke laatste stof wij in het volgende hoofdstuk zullen spreken.

Het stroo der granen en dat van de meeste andere, daar zooeven opgenoemde stoffen, is buisvormig en zal dus met vloeibare stoffen in aanraking, daarmede voor een gedeelte worden gevuld. Tevens wordt het daardoor, als in zeer innige aanraking met in rotting verkeerende zelfstandigheden (de uitwerpselen der dieren), in die omzetting als het ware meêgesleept, en zal dus oneindig spoediger omgezet zijn, dan wanneer men het aan zich zelven overlaat. De

plantenmassa wordt onder den invloed van de rottende dierlijke stoffen weldra donker gekleurd, ten bewijze, dat er zwarte grond van ontstaan is. En over de werking daarvan is zoo straks reeds het een en ander medegedeeld. Nog mag hier worden bijgevoegd, dat er in den zwarten grond zure stoffen voorkomen, zoogenaamde plantenzuren, die in staat zijn, om even als zwavelzuur en in het algemeen elk zuur dit doet, ammoniak te binden, waardoor deze niet kan ontwijken en dus ter plantenvoeding in den grond aanwezig blijft.

Het mengsel nu, bestaande uit verschillenden dierlijken mest en uit strooisel, om het even van welke planten, noemt men *stalmest*, waarover wij in het vorige hoofdstuk zeer in het algemeen en in het voorbijgaan alrede hebben gesproken. Maar eene zelfstandigheid, waarmede de bloei van den landbouw in zulk een naauw verband staat, die den hoofdrijkdom uitmaakt van elken landbouwer en waarin zijn grootste kapitaal verborgen ligt, is eene uitvoerige beschouwing zonder twijfel allezins waard. Wij kunnen er nu ook oneindig beter over handelen dan vroeger, nadat wij in dit hoofdstuk kennis hebben gemaakt met de stoffen, die men er behalve mest in aantreft. Zoo kunnen wij dan ook nu in de eerste plaats overgaan tot het ontwikkelen van de veranderingen, die stalmest door blijven liggen, ondergaat. Versche mest is geen geschikt plantenvoedsel, hij moet daartoe ontleed en verrot zijn. En bij die ontleding, die gisting, die verrotting ondergaan de verbrandbare stoffen, die er in aanwezig zijn, alle zonder onderscheid, deze verandering, dat zij overgaan in eene bruin-zwarte, kruimelige massa, die wij reeds meermalen hebben besproken en die men humus noemt. Een gedeelte van de bestanddeelen van mest wordt daarbij luchtvormig, namelijk als koolzuur en ammoniak, die te zamen zich verbinden tot koolzure ammoniak, een in water zeer gemakkelijk oplosbaar ligchaam, terwijl de vochtigheid in den rottenden hoop verraadt, dat er water in wordt gemaakt. Van daar dan ook, dat mest stank verspreidt, want de ammoniak doet dat reeds alleen, en daarbij ontstaan er in rottenden mest nog meer stankgevende luchtsoorten, waarvan eenige den reuk van rottende eijeren hebben. Bij die verrotting, die ontleding heeft eene sterke ontwikkeling van warmte plaats, zoo als vooral paardenmest aantoont, die zelfs in den zomer rookt, en brengt men dus stalmest in eenigen akker dan zal deze door die in staat van omzetting verkeerende stoffen mede worden verwarmd. Hoe sneller de omzetting, hoe rijker de

mest is aan stikstofhoudende bestanddeelen, hoe aanzienlijker ook de warmte zijn zal, welke bij de verrotting vrij komt. Want bij langzame ontwikkeling gaat door uitstraling naar buiten en door geleiding naar omliggende lagen het grootste gedeelte van de ontwikkelde warmte voor den grond verloren. Men heeft de rotting wel eens eene langzame verbranding genoemd en teregt, omdat er in beide gevallen hetzelfde gebeurt, namelijk dat er zuurstof uit de lucht wordt opgenomen, terwijl de hevigheid, waarmede dit geschiedt, slechts verschillend is, waarover in hoofdstuk I reeds genoeg is medegedeeld. Daar reeds werd verrotting eene langzame verbranding genaamd.

Maar boven alles moet er water aanwezig zijn en dampkringslucht, als de mest doelmatig rotten zal. Derhalve bevochtigen wij mest in den mestbak van tijd tot tijd en laten hem niet uitdroogen, want dan heeft de verrotting zooveel trager plaats en derhalve sluiten wij hem ook niet van de lucht af, zoo als wel eens is aangeraden, want de zuurstof der lucht is de hoofdoorzaak van de geheele werking der verrotting. En hieruit volgt als praktisch van belang, dat men den stalmest niet diep onderploegt, als men b. v. daarmêe een zwaren grond bemest heeft, en als men daarin spoedig van dien mest werking wenscht te kunnen waarnemen.

Maar wij brengen den stalmest in onze voorstelling reeds naar het veld en spraken nog niet over de wijzen, waarop men den stalmest het best bewerkt, bewaart en tot plantenvoedsel geschikt maakt. En hierover behooren wij het in de allereerste plaats wel eens te zijn, voordat wij gaan mesten. En moeten wij daartoe verschen mest bezigen of reeds verganen? Ziedaar reeds eene zeer belangrijke en wel eene hoofdvraag. Wanneer men den stalmest versch onder den grond brengt, dan heeft zijne ontleding, zijne verrotting ook in den grond plaats, dan is hij als het ware met een dak, namelijk den bovenliggenden grond, bedekt, dat alle vrijkomende luchtsoorten zal opnemen en ze niet eerder zal loslaten, mits de grond goed bewerkt is, dan wanneer de worteltjes der aanstaande planten er behoefte aan hebben. Men behoudt dus op die wijze voor de planten velerlei bestanddeelen, die anders uit den mest ontwijken door vervliegen of wel door water er worden uitgespoeld. En door blijven liggen veranderen 100 Ned. pd. versche stalmest in 80 Ned. pd. murwen of half omgezetten mest, in 60 Ned. pd. spekkigen mest en in 40—49 Ned. pd. geheel omgezetten mest, terwijl door onderzoekingen gebleken is, dat er verloren gaan zonder goede bewaring en verzorging:

in het eerste geval..........0,045 Ned. ℔. stikstof.
" " tweede " ....0,09 " " "
" " derde " ....0,18 " " "

getallen, die hoe gering zij ook schijnen mogen, van groot belang zijn, als men er bepaald op let, dat in 100 Ned. pd. verschen stalmest slechts 0,35 Ned. pd. ongeveer aan stikstof voorkomen. Versche stalmest maakt verder den grond losser en warmer dan vergane, dus is versche mest vooral goed voor koude, alsook voor zware landen, dus voor klei- en leemgronden. Daartegenover staat evenwel, dat versche mest eerst nog verrotten moet, voordat hij veel werking kan vertoonen, terwijl de verrotte mest onmiddellijk tot plantenvoeding geschikt is, waaruit volgt, dat men aan planten, die langen tijd behoeven, voor hare ontwikkeling, verschen mest geeft en dus in het algemeen aan wintergewassen, terwijl dan daarop de zoogenaamde nawerking als gevolg van het langzame verrotten van den mest vrij lang zal kunnen strekken.

Wij zouden uit het behandelde dit algemeene besluit kunnen trekken, wat de lezer ook wel alrede hij bij zich zelven eveneens heeft gedaan: men brengt den stalmest onmiddellijk uit den stal op het land, als dit slechts eenigermate geschieden kan, en als zaken van plaatselijken aard of andere beletselen dat niet onmogelijk maken. Het spreekt wel van zelf, en dit volgt ook uit het hierboven reeds ontwikkelde, dat men dan den verschen mest spoedig moet onderploegen. Maar er moet hier nog eene opmerking worden bijgevoegd, die zonder twijfel gewigt bezit. Als men namelijk verschen mest onmiddellijk naar het land wenscht te brengen, moet men voortdurend grond hebben, die leeg ligt, en wij meenen er aan te mogen twijfelen, of op eene goed ingerigte bouwerij wel altijd zulke landen zullen aangetroffen worden. In den regel zal het dus wel niet mogelijk zijn het zoo even getrokken besluit in praktijk te brengen.

Tegenover het brengen van verschen mest onmiddellijk naar het land en het daar onderploegen er van, opdat er geene bemestende stoffen verloren zullen gaan, staat deze handelwijze, dat de landbouwer den stalmest op eene geschikte plaats laat verrotten, maar er ook bepaalde zorg voor drage, dat er geene vlugtige bestanddeelen uit ontwijken, en dat deze door doëlmatig gekozen middelen worden vastgehouden. Waar zal hij die rotting nu doen plaats hebben: in den stal zelven, of in eene daartoe opzettelijk ingerigte plaats, die men gewoonlijk mestbak of mestvaalt noemt? Men heeft

in vele streken in den laatsten tijd er meê aangevangen, den mest onder het vee in de stallen te laten verblijven, totdat men hem naar het land bragt, en ofschoon vele der bezwaren, die bij deze handelwijze bestaan, uit den weg schijnen te kunnen geruimd worden, valt het evenwel niet te ontkennen, dat niet alle praktische landbouwers daarover eenstemmig denken. En bovendien hangt het geheel en al van de inrigting der stallen af en van den tijd, gedurende welken men den mest bewaren wil, of deze handelwijze, zelfs al ware het onloochenbaar bewezen, dat zij de beste is, wel gevolgd worden kan. Men zoekt inzonderheid het bewijs van de grootere deugdelijkheid van in stallen bewaarden mest daarin, dat hij door de dieren voortdurend in één is getrapt en niet losgemaakt wordt door uitmesten van den stal, juist op het tijdstip van de krachtig aangevangen rotting, en het kan niet worden ontkend, dat dit een zeer grooten schijn van waarheid heeft. Ook beweert men, dat er genoeg lucht kan toetreden, als men den mest onder het vee laat liggen en dat er meestal te veel lucht met mest in aanraking komt, als men hem in een mestbak bewaart. Eindelijk kan de mest natuurlijk niet worden uitgewasschen, en er kan geen vocht van verloren gaan, of vlugtige stoffen door inwerking van weêr en wind. Ook zal de mest niet te droog liggen, als men hem in goed gemetselde stallen onder het vee laat verblijven, totdat men hem ter bemesting behoeft.

Maar tegenover zooveel voordeelen, kunnen ook eenige nadeelen worden opgegeven. De gier moet voor een gedeelte uit den stal kunnen wegvloeijen, want anders wordt er een onaangename, prikkelende reuk in den stal verspreid, wat evenwel bij genoegzame strooijing, behalve in den zomer bij stalvoedering, het geval niet zijn zal. Daarvoor heeft men dan gierputten in een hoek van of bij den stal, even als bij een mestbak. Bovendien zal er, zelfs bij aanwezigheid van een gierput, bij sterke zomerhitte toch steeds stank verspreid worden, en heeft men steeds eene zeer ruime hoeveelheid strooisel noodig, om er voor te zorgen, dat de dieren niet te vochtig staan. Eindelijk wordt er door hen, die den mest onder het vee bewaren, van tijd tot tijd over geklaagd, dat de melk der koeijen in warme zomerdagen zeer gemakkelijk stremt. Dit bezwaar verdwijnt als men in voldoende mate strooit.

Ziedaar de belangrijkste voor- en nadeelen achter elkander opgesomd. En nu het besluit. Lezer! er moeten daarbij zoovele omstandigheden in het oog worden gehouden, dat ik u liever voor het

geval, waarin gij verkeert, zelf wensch te laten beslissen. Vervoeren van mest uit den stal naar eene andere bewaarplaats is kostbaar, wat natuurlijk vervalt, als men den mest in den stal bewaart. Deze waarheid moeten wij om juist te kunnen oordeelen ten slotte niet uit het oog verliezen.

Eene andere wijze, om den stalmest te bewaren, die ook hare voor- en nadeelen heeft, is deze, welke men ook op zeer vele plaatsen met goed gevolg in praktijk brengt, dat men den mest brengt in een *mestbak*, die aan den bodem en aan de zijwanden zoodanig is ingerigt, dat er geen vocht van buiten naar binnen, en ook niet van binnen naar buiten kan indringen. Men is er namelijk steeds op bedacht, dat men behoudt, wat men eenmaal heeft. Voorts zij de bodem van een dusdanigen bak eenigzins glooijend en hebbe in het midden van eene der glooijingen eene opening, bedekt met een van twijgen gevlochten mat, waaronder zich een *gierput* of *gierbak* bevindt, die gevuld wordt met het vocht, wat na verloop van tijd uit den mest zal neêrzakken. Ook heeft men aangeraden, om den gierbak midden in den mestbak aan te leggen. Maar dan kan men bij verstopping er niet altijd bijkomen, en dit bezwaar is van belang, als de mestbak geheel gevuld is.

Het wordt nu de vraag, of men geene middelen kan bezigen, waardoor de mest steeds vochtig wordt gehouden, even als zulks in den stal geschieden zal door den voortdurenden toevoer van nieuwe pis. Maar bovendien moeten wij naar middelen omzien, om den mest in den mestbak, zooveel mogelijk vast in één te drukken en daarbij om hem zoodanig te bedekken, dat er geene, of bijna geene vlugtige stoffen kunnen ontwijken. Welnu, men plaatst eene pomp in den gierbak en pompt bij droog weder, of als de mest droog is, eenige gier over den mest, dan zal men hem steeds vochtig kunnen houden. Om hem vast in één te drukken, laat men jong vee, kalveren vooral, op den mest heen en weder loopen, die hetzelfde zullen doen, wat het jonge vee, zooals de kalveren, in den stal bewerkstelligt, namelijk den mest zamendrukken, en op die wijze er voor zorgen, dat er niet te veel lucht met den mest in aanraking komt. Want is dit het geval, dan schimmelt de hoop mest te ligt van binnen en droogt spoedig uit, en verliest daarbij veel van zijn gehalte aan ammaniak. Voorts bedekke men den mest met allerlei stoffen, die de stankgevende bestanddeelen, welke uit den mest ontwijken, in zich opnemen, en als zoodanig is aarde, turfmolm, asch enz. zeer dienstig. Kalk alleen is bij mest, die reeds

eenigzins aan het rotten is, hiertoe volkomen ongeschikt, omdat hierdoor de ammoniak juist wordt vrij gemaakt. Verbindingen van kalk, zoo als gips (kalk en zwavelzuur), leveren dit bezwaar niet op. Kalk is bij verschen mist het beste middel om de ammoniak te behouden, en daarbij wordt de rotting eene andere, zooals reeds werd opgemerkt in hoofdstuk XII (bl. 251.) Een dak ter afwering van regen en zonnestralen, schijnt ter bevordering van goeden mest een bepaald vereischte te zijn en vooral is dit daar nuttig, waar men met weinig mest veel werking wil te weeg brengen. Reeds op vele plaatsen heeft men overdekte mestbakken en het is zeer wenschelijk, dat hun aantal vermeerderd wordt. Men legt ze zonder dak ook wel in de schaduw van boomen aan. Eindelijk mag de mest niet al te hoog in den mestbak opgestapeld worden, want maken wij de laag mest, die wij er inbrengen, te dik, dan zal de mest bij het wegrijden uit den mestbak naar het veld, welligt aan de onderzijde reeds spekkig zijn, terwijl hij aan de oppervlakte nog misschien den half verganen of den murwen toestand nog niet bereikt heeft. En ten slotte is nog deze uitkomst, door ervaring verkregen, van veel belang, dat men den mest, zoo mogelijk, zoo lang in den mestbak laat verblijven, dat hij slechts gedeeltelijk verrot is, of met andere woorden, dat hij eenigzins bruin is gekleurd en met een greep bij het opladen gemakkelijk verbroken wordt. Voorts mogen wij er nog op indachtig maken, dat het mogelijk is in een mestbak elke soort van mest bij het inbrengen zooveel mogelijk gelijkmatig te verspreiden; men zal er dan een mengsel in verkrijgen van allerlei soort van dierlijken mest, wat het geval niet zijn zal, als men den mest in den stal bewaart. Dan zal men den mest der runderen en der paarden b. v. afzonderlijk bewaren en ter bereiding van een goeden mest is het wenschelijk, verschillende soorten onder elkaâr gemengd te hebben. Overigens kunnen in den mestbak nog andere zelfstandigheden tot den mest gevoegd worden, die men moeijelijk in den stal onder het vee kan aanwenden. Ziedaar in hoofdtrekken de voor- en nadeelen van een mestbak. Wij moeten er kort over zijn, want eene uitvoerige beschrijving van zulk eene inrigting behoort hier niet te huis.

Tot nog toe spraken wij slechts van de behandeling van den stalmest in den stal en in den mestbak, en nog met geen enkel woord werd er melding gemaakt van de wijze, waarop men met den mest op het veld moet omgaan. Daarover tot besluit van dit belangrijk hoofdstuk het volgende, met een enkel woord van algemeen belang tot slot.

Aan vermengen van den mest in den stal of in den mestbak valt niet te denken. Dat is geheel en al onuitvoerbaar. Maar men kan immers telkens elken mest, dien men in den mestbak brengt, daarin gelijkmatig uitspreiden, dat toch geene moeite oplevert? Want hierdoor zal de mest bij het omsteken van den hoop en het rijden naar het land vrij goed dooreen gemengd worden, en later bij het uitspreiden over het veld zich gelijkmatig verdeelen. Maar men bestede niet te veel tijd met het uitspreiden van den mest over het land. Want van oogenblik tot oogenblik verliest de mest in waarde, geeft hij luchtsoorten af aan den dampkring, die juist zijne groote waarde bepalen. Dus zoo spoedig mogelijk na het verspreiden ondergeploegd, of is dit door bijzondere omstandigheden onmogelijk, dan de moeite niet ontzien om elken hoop mest, die op het land gereden is, met grond te bedekken. Later als de omstandigheden veranderd zijn, kan men dan deze hoopen uiteen werpen en verspreiden, en dan den mest onmiddellijk onderploegen. Nog moet aangestipt worden, dat het van groot belang is, dat er met het wegrijden van den mest naar het veld, zoo weinig mogelijk verloren ga. Wat den vloeibaren mest betreft, dien men in den gierbak verzameld heeft, men kan dien met goed gevolg bezigen ter overbemesting van het een of ander gewas, vooral voor gras- en voedergewassen. Hij bevat zijne bestanddeelen in een staat, waarin zij zeer gemakkelijk door de planten kunnen worden opgenomen. Overigens mag aangaande zijne zamenstelling verwezen worden naar hetgeen hiervan reeds in het vorige hoofdstuk is opgemerkt.

Men noemt den mestbak de goudmijn des landmans, en beschouwt den mest als het gewigtigste en kostbaarste kapitaal, wat de landbouwer bezit en waarvan hij in den kortsten tijd de hoogst mogelijke interesten moet trachten te verkrijgen. Derhalve vooral zorg besteed aan het verkrijgen, bewaren en gebruiken van den mest, en dezen steeds gehouden voor de hoofdader, waardoor de geheele landbouw wordt gevoed en onderhouden, en waarmede dus ook de bloei van ons vaderland in zeer naauw verband staat!

Dr. L. Mulder.

XIV.

MINERALE (ONBEWERKTUIGDE) EN GEMENGDE MEST.

Het is nog niet lang geleden, dat de zoogenaamde onbewerktuigde meststoffen weinig of niet werden gebruikt. De praktijk heeft grootendeels naar aanleiding van wetenschappelijke onderzoekingen allerlei stoffen leeren kennen, die zij met voordeel gebruiken kan, om den plantengroei te bevorderen en derhalve de producten des bodems te verhoogen. Zij heeft die langzamerhand toegepast, en sommigen daarvan hebben in het gebruik uitnemende gevolgen opgeleverd, zoo als blijken zal uit dit hoofdstuk, dat in het bijzonder gewijd is aan eene beschouwing van de bedoelde zelfstandigheden.

Reeds is in vroegere hoofdstukken opgemerkt, dat men verschil moet maken tusschen stoffen, die regtstreeks als voedsel voor de planten dienen, en de zoodanigen, die voor haar voedsel bereiden. Zoo zagen wij bij de uiteenzetting van het ploegen, dat de lucht in verband met vochtigheid en warmte, bij deze bewerking voedsel voor de planten bereidt, met andere woorden, dat door den invloed der lucht sommige bestanddeelen in den grond langzamerhand tot plantenvoedsel geschikt gemaakt worden. Dat of ongeveer hetzelfde kan men nu ook met behulp van andere stoffen bewerken en ook dit zagen wij reeds vroeger ter loops, toen er werd gehandeld over den invloed van kalk op verschillende stoffen; reeds toen werd er op gewezen, dat door toevoeging van kalk sommige moeijelijk ontleedbare zelfstandigheden spoediger worden ontbonden, en dus ter plantenvoeding geschikt gemaakt worden. En tegenover deze werking staat die van al de oplosbare verbindingen, die b. v. in gewonen mest voorkomen. Die bestanddeelen kunnen regtstreeks door de planten worden opgenomen en behoeven grootendeels geene ontbinding meer om in de plant te kunnen overgaan. In dit hoofdstuk moeten deze beide verhoudingen, in welke de gebruikelijke meststoffen

tot de planten kunnen staan, vooral goed uit elkander worden gehouden, omdat zij voor de praktijk van wezenlijk groot belang zijn. En dit zal wel geen betoog behoeven, want het is duidelijk, dat men zich bitter teleurgesteld kan zien, als men eene meststof aanwendt in het denkbeeld, dat zij onmiddellijk tot voedsel voor de planten kan dienen, en zij integendeel hoofdzakelijk tot niets meer in staat is, dan andere stoffen tot plantenvoedsel voor te bereiden. Men meene evenwel niet, dat beide omstandigheden altijd scherp van elkaâr zijn gescheiden, met andere woorden, dat deze of gene stof, die regtstreeks voor plantenvoeding geschikt is, ook niet zou kunnen dienen tot bereiding van andere zelfstandigheden tot voedsel voor de planten. Zulk eene afgebakende grenslijn bestaat er niet. Om die reden zullen dan ook de te behandelen stoffen, wat anders gereedelijk had kunnen geschieden, niet in de beide groepen worden verdeeld. Wij hebben het doelmatiger geacht, de vele zelfstandigheden, die in dit hoofdstuk zullen worden beschouwd, in drie eenvoudige afdeelingen te brengen, geheel en al ontleend aan het dagelijksche leven, en noodigen dan ook den lezer uit, ons wel te willen volgen, als achtereenvolgens zullen worden besproken:

1. *De meststoffen, die men voor mest gebruikt en die verkregen zijn door kunstmatige bewerkingen, voornamelijk in fabrieken;*
2. *De stoffen, die men uit den grond delft en als mest bezigt;*
3. *De verschillende soorten van afval uit het gewone leven*, niet behoorende tot diegenen, waarvan reeds vroeger in hoofdstuk XII en XIII sprake is geweest, en die evenzoo goed als deze als mest goede diensten kunnen bewijzen.

Wij zullen in deze 3de onderafdeeling tevens spreken over verschillende soorten van *compost* en over de dusgenaamde *kunst-meststoffen*, wat daar het geschikst geschieden kan.

---

1. Onder de *stoffen, die men voor mest gebruikt en die verkregen zijn door kunstmatige bewerkingen, voornamelijk in fabrieken*, mogen wel in de allereerste plaats genoemd worden de

Ammoniak-zouten, d. i. de verbindingen van ammoniak met verschillende bases (waarover b. v. op blz. 251 in hoofdstuk XII gesproken is). Reeds meermalen hadden wij gelegenheid opmerkzaam te maken op de hooge waarde van ammoniak ter bemesting, en aan haar schreven wij menige goede eigenschap van dierlijken mest toe. Het

zal dan ook wel geene verwondering wekken, dat de verbindingen van ammoniak met zoutzuur (salmiak), met zwavelzuur (zwavelzure ammoniak), met koolzuur (koolzure ammoniak), doelmatig aangewend, van goeden invloed op de planten moeten zijn. Zij zijn zeer gemakkelijk in water oplosbaar, kunnen, zoo als wij straks zullen opgeven, gemakkelijk worden aangewend, en werken zeer waarschijnlijk vooral als plantenvoedende stoffen. Maar men verzuime vooral niet op te merken, dat wij er nevens ammoniak geene bestanddeelen in aantreffen, waaraan wij vroeger groote waarde hebben toegekend, geene potasch, geen phosphorzuur, en hieruit volgt reeds, dat hoe krachtig de drie genoemde zouten ook mogen werken, ze nooit alleen moeten worden gebruikt, en dat men er dan alleen voordeelige werking van bespeuren zal, als men ze gebruikt om die bestanddeelen aan te vullen, waaraan eene tevens gebruikte meststof gebrek of behoefte heeft. De prijs der genoemde zouten is daarbij nog tamelijk hoog; zoo kost de zoutzure ammoniak (die 33 pct. ammoniak bevat) ongeveer *f* 30,—, de zwavelzure ammoniak (die 35 pct. ammoniak bevat) *f* 25,— de 100 Ned. pond,[1]) en eene in onzen handel in opgelosten toestand voorkomende soort van koolzure ammoniak uit beenzwart-fabrieken, die 6 à 7 pct. ammoniak bevat, *f* 3,— de 100 Ned. pond. De zoutzure ammoniak wordt meestal in fabrieken van zoutzuur bereid en de zwavelzure ammoniak in zwavelzuur-fabrieken, of ook wel door bij het zoogenaamde gaswater der gasfabrieken, of het beenderenvocht der beenzwart-fabrieken (die veel koolzure ammoniak bevatten) zwavelzuur te voegen. Uit het gezegde blijkt, dat men behalve meer, twee wegen heeft om koolzure ammoniak in onzuiveren toestand te koopen. Behalve de genoemde heeft men in een ander land (in Saksen) sints korten tijd nog eene andere wijze in praktijk gebragt om zwavelzure ammoniak te bereiden. Gelijk de lezer zich uit vroegere hoofdstukken herinneren zal, ontstaat er bij rotting van stikstofhoudende stoffen ten slotte ammoniak. Die rotting kan men met eene langzame smeuling vergelijken en haar hierdoor werkelijk vervangen, en van dit denkbeeld uitgaande, heeft men moeijelijk verteerbare stoffen, zoo als b. v. wollen lompen, hoornen, beenderen, oud leder enz., enz., die

---

[1]) In de gasfabriek te Groningen is de *zwavelzure ammoniak* voor *f* 16,— en de *zoutzure ammoniak* voor *f* 20,— de 100 Ned. ponden verkrijgbaar. Uit den aard der bereiding zullen zij evenwel niet zuiver zijn en nog teerachtige stoffen ingemengd hebben.

allen stikstof bevatten (zie hoofdstuk XII) in een daartoe opzettelijk ingerigten eenvoudigen oven zeer zacht en langzaam (3 tot 4 dagen) gesmeuld, en er stoffen zoo als aarde, kalk enz. bij gevoegd, om ammoniak bij deze bewerking te doen ontstaan. Deze wordt uitgedreven, en genoodzaakt te gaan door een bak met zwavelzuur gevuld, waarin nu zwavelzure ammoniak ontstaan moet. Er wordt van deze bewerking opgegeven, dat zij weinig onkosten vereischt, daar de oven met toebehooren slechts *f* 10,— zou behoeven te kosten, en proeven, met het aldus verkregen ammoniak-zout in het werk gesteld, leverden goede uitkomsten op.

Na de ammoniak-zouten noemen wij de *salpeterzure zouten*, bestaande uit salpeterzuur met andere stoffen verbonden, waarvan wij vooreerst vermelden potasch, soda of kalk. Reeds vroeger maakten wij er indachtig op, dat waarschijnlijk de salpeterzure zouten in den grond even als die van ammoniak tot regtstreeksch plantenvoedsel zullen dienen; de stikstof komt er in voor in verbinding met zuurstof en niet met waterstof, zoo als in de ammoniak. De salpeterzure potasch, in het gewone leven salpeter genoemd, is veel te duur om als mest te worden gebruikt en wij spreken er dus niet verder over. De salpeterzure soda, die in fabrieken even als de salpeter wordt bereid, is tamelijk hoog in prijs, kostende zij ongeveer *f* 30,— de 100 Ned. ponden, in omtrent zuiveren toestand. Maar belangrijk is het, dat deze verbinding in zulke verbazend groote hoeveelheden hier en daar in onze aarde wordt aangetroffen, dat men ze daar uitgraaft, ze over zee heen verre wegvoert en als koopwaar in den handel brengt. Men noemt ze chili-salpeter en onder dezen naam behandelen wij eenige harer bijzonderheden straks beter dan nu onder de zelfstandigheden, die men uit den grond graaft, en die men als mest gebruiken kan. Salpeterzure kalk ontstaat overal waar stikstofhoudende stoffen langen tijd met kalk in aanraking zijn, zoo als reeds vroeger werd opgemerkt. De stikstof verandert dan niet in ammoniak, maar in salpeterzuur, dat zich met den kalk verbindt. Dit zout gebruikt men als mest weinig of niet, en slechts hier en daar in andere landen, waar men het opzettelijk bereidt. Van meer belang is voor ons eene vierde verbinding van het salpeterzuur, namelijk met ammoniak, en ware de prijs daarvan niet veel te hoog, wij zouden er zonder twijfel uitvoerig op wijzen, dat deze verbinding zeker een uitmuntend middel wezen moet, om gronden te verbeteren, die gebrek aan stikstof hebben. Het gehalte aan ammoniak, wat ons zoo straks de verschillende ammoniak-zouten

zoo hoog deed aanschrijven, vinden wij hier terug, maar bovendien verbonden met een stikstofhoudend ligchaam, het salpeterzuur, en in werkelijkheid behoort dus ongetwijfeld in kracht de salpeterzure ammoniak boven aan te staan, maar in bruikbaarheid, wat den prijs betreft, is dit geenszins het geval.

Uit het medegedeelde vloeit voort, dat ook al deze verbindingen phosphorzuur missen en dus alléén gebruikt, onmogelijk in staat kunnen zijn, dan alleen op gronden, die zeer rijk zijn aan phosphorzuur (en deze zijn zeer zeldzaam), een krachtig zaad op te leveren, omdat er één der belangrijkste zaadvormende bestanddeelen in ontbreekt (zie hoofdstuk XII, blz. 240). Het is dan ook altijd raadzaam de ammoniak- en salpeterzure zouten, die men ook als hulp- of als toemest op een goed bemesten akker kan gebruiken, in een schraal voorjaar, met stalmest te mengen of beter misschien nog met beenderenmeel. Dan zal men een zeer krachtig mengsel verkrijgen, vooral als men hiertoe salpeterzure potasch gebruikt en zwavelzure ammoniak. Men heeft dan de hoofdbestanddeelen ter voeding van planten, ammoniak, potasch, phosphorzuur en zwavelzuur bij elkander.

Even als wij vroeger na de ammoniak de loogen hebben laten volgen, zoo vermelden wij ook nu de *potasch-zouten*, waarvan er vooral drie hier en daar als mest gebruikt worden, namelijk de verbindingen van potasch met koolzuur tot koolzure potasch (b. v. in houtasch aanwezig en vele andere aschsoorten, zoo als nader blijken zal), met zwavelzuur en zoutzuur, tot zwavelzure potasch en zoutzure potasch (eigenlijk chloor-potassium). In het groot worden deze drie zouten in fabrieken bereid, en dit geschiedt ook in ons vaderland, waar men het tweede zout (bevattende 54 pCt. potasch) kan koopen voor *f* 18,—, en het derde (bevattende 53¼ pCt. potasch) voor *f* 24,— de 100 Ned. ponden. De prijzen van beide zijn eigenlijk te hoog, om er ter bemesting gebruik van te maken. Bereidt men ze in gasfabrieken, dan kan de prijs lager zijn en is dit ook werkelijk (zie de noot op blz. 287). In den handel vindt men bovendien nog eene dusgenaamde Amerikaansche potaschsoort, die in de zeepziederijen wordt gebruikt en misschien voor een zeer enkel geval aanbeveling verdienen kan, ofschoon de prijs ook hiervan vrij aanzienlijk is. In den vorm van afval van zeepziederijen en wel in de zoodanigen, waar men zeep bereidt uit plantenasch-soorten (of Amerikaansche potasch), kalk en keukenzout, komt een mengsel voor, dat bestaat uit zoutzure potasch, eenig gips, zwavelzure pot-

asch en eenig keukenzout. Het is er evenwel verre van verwijderd, dat alle afval uit zeepziederijen zulk eene zamenstelling hebben zou, vooral omdat men thans meestal koolzure soda in plaats van houtasch gebruikt, in welk geval men in den afval slechts kalk met een weinig soda-zouten zal vinden.

De *soda-zouten* kan men in den handel bekomen onder de vormen van koolzure soda en zwavelzure soda, behalve het zout, dat wij straks reeds hebben genoemd, de chili-salpeter of salpeterzure soda, en het keukenzout (chloor-sodium), waarover wij in het vervolg spreken, als beter behoorende tot de stoffen, die men meestal uit den grond graaft. De koolzure soda is thans in den handel vrij goedkoop en er zijn voorbeelden van aan te wijzen, dat men er grasland met goed gevolg mede heeft bemest. Voor landen, die in de nabijheid van de zee gelegen zijn, is het meestal met niet veel bezwaren verbonden, om ze met soda-zouten te voorzien, als zij die noodig hebben. Want in de zeeplanten komt vrij veel soda voor, en hare goede werking als mest (zoo als blijkt uit aanwending van zeewier enz.) mag zeker voor een groot gedeelte (ofschoon ook aan ingemengde zeediertjes en andere bestanddeelen) aan het gehalte van soda worden toegeschreven. De zwavelzure soda, een zout, dat in fabrieken wordt bereid, is in onzen handel in gegloeiden (dus ongeveer van water bevrijden) staat, voor den betrekkelijk geringen prijs verkrijgbaar van *f* 4,— de 100 Ned. ponden. Waar een grond gebrek heeft aan zwavelzuur en waar men geen gips (zwavelzure kalk) kan bekomen, is zwavelzure soda eene uitmuntende meststof, die gemakkelijk in water oplost, in welk opzigt zij veel voor heeft boven gips.

Over de *phosphorzure zouten* hebben wij reeds gesproken in hoofdstuk XII, bij gelegenheid van de behandeling der beenderen en toen gezien, dat deze in den handel voorkomen in drie vormen, 1. fijngemaakt, (beenderenmeel); 2. zwart gebrand, (beenderenkool of dierlijk zwart) en 3. wit gebrand, (beenderenasch); bovendien wezen wij vroeger op den afval eener beenderenlijmfabriek, die onder anderen phosphorzuren kalk bevat (zie Hoofdstuk XII, blz. 262). Na dien tijd is deze meststof te Deventer onderzocht, en uit de gevonden cijfers is de volgende zamenstelling berekend in 100 d. *droogen* mest:

Phosphorzure kalk	47,479
Phosphorzure magnesia	1,953
Phosphorzuur ijzer	1,464
Zwavelzure kalk (gips)	1,042
Koolzure kalk	26,506
Chloor-calcium	7,712
Keukenzout	7,518
Sodium (en soda)	0,766
Verbrandbare stoffen	4,934
Zand	0,626
	100,000

Dat het watergehalte aan groote veranderingen onderhevig wezen zal, werd vroeger reeds opgemerkt. Dit oordeel werd door het onderzoek volkomen bevestigd. Want in één monster werd gevonden 30,014 pCt. en in een ander monster, van eene zeer vochtige partij, 42,458 pCt. water. Dat deze afval echter zeker eene waarde heeft van *f* 2,50 de 100 Ned. p., voor welken prijs hij in den handel verkrijgbaar is, blijkt uit de meêgedeelde cijfers, en behoeft niet nader te worden aangetoond.

Ook wezen wij vroeger reeds op den afval van suikerraffinaderijen, de zoogenaamde stroopaarde. In sommige streken van Europa heeft men nog eene hoeveelheid phosphorzuren kalk (die zoo als wij ons herinneren in beenderen voorkomt) in den bodem gevonden. Dat vermelden wij later.

Wij komen tot de verbindingen, waarin wij inzonderheid *kalk* aantreffen. Het zou voor de ontwikkeling van den landbouw van ongeloofelijken invloed zijn, als er evenveel en even goedkoope zelfstandigheden in den handel verkrijgbaar waren, waarin potasch als hoofdbestanddeel voorkomt, als dit met kalk het geval is. Even als wij straks bij potasch en soda hebben gezien, komen er van kalk in den handel verbindingen voor met koolzuur, zwavelzuur, zoutzuur (aan die met phosphorzuur tot phosphorzuren kalk hebben wij zoo even herinnerd), tot koolzuren kalk (krijt), zwavelzuren kalk (gips) en zoutzuren kalk (choor-calcium) en daarenboven vinden wij nog verschillende afvalsoorten van fabrieken, waarin kalk vrij of gebonden voorkomt. In alle fabrieken, waar de zoogenaamde snelbleekerij plaats heeft, en dus in de gewone bleekerijen, drukkerijen, verwerijen, papierfabrieken enz., houdt men afval over, die bij blijven liggen koolzuren kalk oplevert. Zwavelzuren kalk verkrijgt

men als nevenproduct in de fabrieken van was- en stearine-kaarsen (zoo als b. v. te Amsterdam, te Gouda), waar men kalk gebruikt, om het zwavelzuur vast te leggen, dat men noodig heeft gehad, om de te verwerken grondstof te zuiveren. Er ontstaat dan zwavelzure kalk (of kunstgips), die voor geringen prijs in die fabrieken verkrijgbaar is. Uit den aard der zaak is er steeds eenig vet mede gemengd, dat voor de verrotting niet bijzonder bevorderlijk wezen zal. De volgende cijfers toonen de zamenstelling van een monster van den afval uit de stearinekaarsen-fabriek te Amsterdam. In 100 deelen werden gevonden:

Zwavelzure kalk en een weinig magnesia . .	68,4
Vet	6,63
Andere verbrandbare stoffen	2,37
Water	22,6
	100,—

Zwavelzuren kalk vinden wij ook tot vrij aanzienlijke hoeveelheden in den zoogenaamden pansteen der zoutkeeten, welke bij de bereiding van verschillende soorten van keukenzout in de pannen overblijft. Men vindt er soms 60—70 pCt. zwavelzuren kalk in, soms 10 pCt. keukenzout, voorts eenige magnesia, soda enz. Over den natuurlijken zwavelzuren kalk (gips), dien men in den aardbodem aantreft, handelen wij in het tweede gedeelte van dit hoofdstuk.

Zoutzuren kalk (chloor-calcium) heeft men wel eens ter bemesting aangeraden, en er zijn ook wél goede uitkomsten door verkregen. 't Is evenwel waarschijnlijk, dat die werking meer moet worden toegeschreven aan de inmengselen, dan wel aan den zoutzuren kalk zelven. In den afval van de beenderenlijm-fabriek te Amsterdam (waarover reeds meermalen is gesproken) komt zoutzure kalk voor, gevormd door toevoeging van kalk tot de met zoutzuur uitgetrokken beenderen. Zoutzure kalk trekt gretig water uit de lucht aan, en in de scheikunde gebruikt men deze stof om die reden, om luchtsoorten te droogen, door ze er eenvoudig over te leiden. Mengsels die zoutzuren kalk bevatten, zullen dus uit den aard der zaak altijd vochtig zijn.

Er komt nog eene verbinding in den handel voor van zwavel met kalk, zwavel-calcium, afkomstig uit soda-fabrieken. In verschen toestand is zij voor de planten hoogst nadeelig. Door blijven liggen aan de lucht, verandert zij langzamerhand in zwavelzuren kalk of gips, door opname van zuurstof uit de lucht. Hiermede verbindt

zich de zwavel tot zwavelzuur, het calcium tot calciumoxyde of kalk, en beide deze tot zwavelzuren kalk.

In gasfabrieken eindelijk wordt als afval verkregen zoogenaamde gaskalk, die behalve eenige ingemengde ammonia, even als de zoo even gemelde afval zwavel-calcium bevat. In verschen toestand is gaskalk bepaald nadeelig voor de planten, voornamelijk door de brandige stoffen, die er in voorkomen. Door blijven liggen en met veel lucht in aanraking te zijn, verandert gaskalk langzamerhand in zwavelzuren kalk. De ammonia gaat daarbij verloren. Wenscht men die te behouden, dan menge men den gaskalk b. v. onder den composthoop (pluishoop), waarover in dit hoofdstuk zal gesproken worden.

Over andere afvalsoorten uit fabrieken mogen wij kort zijn, omdat het in het algemeen niet mogelijk is, veel daarvan te verkrijgen in den handel. Zoo leveren de fabrieken van beetwortelsuiker een afval op, die behalve verbrandbare stoffen (waaronder ook stikstof), bevat koolzuren en phosphorzuren kalk; de fabrieken van zoo genaamd bloedloogzout (gele blaauwzure potasch), vervaardigd uit dierlijke stoffen met potasch in aanraking met lucht gesmeuld, een afval, die dierlijke kool bevat, waarin stikstof voorkomt, en die ook eenige potasch ingemengd heeft. Dezen mest voegt men tot den composthoop. De zetmeel-fabrieken leveren een afval op, die tamelijk veel stikstof bevat en als hij oud is, ook wel ammoniakzouten kan bezitten. Eindelijk wordt er in de olie-raffinaderijen, waarin men lampolie door middel van zwavelzuur reinigt, een afval verkregen, waarin het gebezigde zwavelzuur voorkomt en het donkergekleurde, stikstofhoudende schuim, dat al de onreinheden der olie bevat, maar ook de stikstofhoudende stoffen, die uit de olie bevattende zaden te gelijk met de olie zijn uitgeperst. Over het gebruik van verschillende soorten van lijnkoeken spraken wij reeds vroeger in hoofdstuk XIII, blz. 274.

Aan het einde van de opsomming van al deze afvalsoorten van fabrieken, waarvan wij slechts de voornaamsten hebben opgenoemd, — want wij gewaagden niet van den afval uit vruchtenwijn-fabrieken, van dien uit rozijnazijn-fabrieken, uit meekrap-verwerijen — en men ziet, dat het aantal toch reeds aanzienlijk is — zij het den schrijver vergund met een enkel woord te wijzen op het gevaarlijke, dat er in gelegen is, om gebruik te maken van paardenmest, dien men ter bereiding van loodwit heeft gebezigd. Reeds meermalen zijn er voorbeelden van bekend geworden, dat er daardoor vergiftigingen

hebben plaats gehad van dieren, die in weilanden graasden, welke met zulken met loodwit bezwangerden mest waren bedeeld.

Nog hebben wij drie fabriekaten te vermelden, die in ons vaderin het groot worden bereid, namelijk *zoutzuur*, *zwavelzuur* en *zwavelzuur-ijzer* (groene vitriool), die wij bijeen nemen, omdat zij met omtrent even goed gevolg kunnen worden aangewend, om ammoniak vast te leggen in mestbakken, gierputten enz. Naar onze meening is zwavelzuur-ijzer daartoe wel het minste doelmatig, omdat het ijzer, dat men daarmede in den mest brengt, niet veel nut, en meestal schade zal aanbrengen. Reeds wordt in ons vaderland hier en daar gebruik gemaakt van zwavelzuur bij gier en 't is te wenschen, dat dit weldra meer algemeen geschiede. Ook heeft men soms weilanden met verdund zwavelzuur (zwavelzuur met zeer veel water) begoten, maar men bewerkte er niet veel meer meê, dan dat wormen en andere schadelijke dieren vernietigd werden. Daarvoor is het een uitmuntend middel.

Ter handhaving van de in den aanvang van dit hoofdstuk opgegeven indeeling zou het noodig zijn, dat wij nu de verschillende kunst-meststoffen gingen beschouwen, maar omdat wij vooraf nog eenige andere zelfstandigheden noodig moeten leeren kennen, is het beter de hulp-meststoffen te verschuiven tot het laatste gedeelte van dit hoofdstuk, en nu over te gaan tot eene beschouwing van

II. *De stoffen, die men uit den grond delft en als mest bezigt.* Na hetgeen vroeger (zie hoofdstuk XI) reeds is meêgedeeld over vermengen van gronden, zal het niet noodig zijn, daarop andermaal terug te komen. Evenwel is het na het gezegde op blz. 277 van hoofdstuk XIII wenschelijk, met een enkel woord te gewagen van het gebruik van zand, veen, en des noods klei ter onderstrooijing in stallen of in den mestbak. Het is eene allezins loffelijke gewoonte, om bij gebrek aan stroo toch zelfstandigheden bij den mest te voegen, die in staat zijn, om bemestende stoffen daaruit op te nemen en tot zich te houden, om ze later aan de planten als voedsel aan te bieden. In het algemeen zal veen wel het meeste nut doen en waar men dit bij de hand heeft, is het zeker verstandig er veel gebruik van te maken. De hoeveelheid regelt zich als het ware van zelve. Men strooije zooveel onder, dat de dieren droog staan, en in den mestbak, dat de mest niet aan de lucht ligt. Of het nu wel noodzakelijk is, om per stuk vee 20,000 Ned. ponden per jaar onder te strooijen, zoo als men op sommige plaatsen in Noord-Braband doet met de

zoogenaamde kataarde (eene lichtgrijs gekleurde zandsoort onmiddellijk onder de heiplaggen gelegen) mag betwijfeld worden, even als ook of het wel doelmatig is, dat men in het algemeen zulke verbazende hoeveelheden zand in schaapskooijen rijdt. Dit zijn evenwel praktische zaken, die wij niet verder behoeven uit te werken.

Terugkeerende tot de stoffen, die men in de ware beteekenis van 't woord, uit den grond graaft en die men daarna als mest gebruikt, vermelden wij vooral daarvan *kalk*, *gips*, *keukenzout*, *chili-salpeter*, want de versteende uitwerpselen van voorwereldlijke dieren, die men b. v. in Engeland gevonden heeft en die voor het grootste gedeelte uit phosphorzuren kalk bestaan, bezitten wij in ons vaderland niet.

Kalk graaft men uit den grond als koolzuren kalk, die naar gelang van de verdere bestanddeelen in het gewone leven heet leem, mergel, krijt, en verder als zwavelzuren kalk of gips, waarover wij zoo aanstonds spreken. Beschouwen wij den kalk eerst in het algemeen in zijne werking.

Kalk werkt in den grond als eene loog. Hij neemt 1°. het overtollige water weg uit den grond en verbindt er zich mee (vooral gretig als hij vooraf gebrand is); 2°. hij ontleedt de oplosbare, schadelijke ijzer-verbindingen; 3°. hij wekt traag gistende plantendeelen in den grond tot ontleding op; 4°. hij maakt kiezelzuur, potasch en kalk, die in den grond voorkomen, oplosbaar (namelijk de potasch en den kalk, die er als kiezelzure potasch en kiezelzure kalk in voorkomen); 5°. hij doet de zich uit gistenden mest ontwikkelende stikstof veranderen in salpeterzuur en bewaart haar als salpeterzure kalk (kalk-salpeter); 6°. in kalkarmen grond is hij voedsel voor de planten; 7°. kalk (koolzure kalk) bezit minder zamenhang dan klei of leem, en hij kan dus den toestand des bodems zeer veranderen; 8°. kalk schijnt er toe bij te dragen, dat de aardsoorten ammoniak uit de lucht opnemen, en dat klei en kiezelzuur ammoniak vasthouden; 9°. gebrande kalk neemt koolzuur uit de lucht op; 10°. in met kalk gemesten grond groeijen de planten spoediger, zij komen eerder tot vollen wasdom. Uit deze gegevens blijkt, dat de kalk hoofdzakelijk in den grond werkt als plantenvoedsel bereidend, en als zoodanig is kalk een uitmuntend middel. Uit eene zeer groote menigte opgaven van de werking, die kalk in den grond kan te voorschijn roepen, en die door 26 vereenigingen van landbouwers in Saksen zijn bekend gemaakt, blijkt:

a. dat kalk zeer geschikt is voor zware gronden en daarentegen ongeschikt voor ligte gronden, waarin hij geene werking uit;

b. dat kalk vooral geschikt is voor gronden, die teelaarde (humus), plantenwortels en plantendeelen in groote mate bevatten, dus voor gescheurd weiland enz., en vooral voor zure, aan slecht gistende plantendeelen rijke gronden, zure veenen, waar het overvloedige zuur door den kalk wordt vastgelegd en als zuur geene schade meer kan doen;

c. dat kalk het best werkt op klaver, peulvruchten en aardappelen; op granen wel goed, maar toch minder;

d. dat het noodig is, om bemesting met stalmest niet te veronachtzamen als men met kalk bemest, want let men hierop niet, dan zal de opbrengst van zaad verminderen;

e. dat het (en reeds meermalen is het gezegd) niet geraden is, om stalmest regtstreeks met kalk te mengen, dat het beter is, om beide onafhankelijk van elkaâr te bezigen. De kalk verjaagt anders de ammoniak uit den stalmest en de kracht, uit den mest, om zoo te spreken, is dan te spoedig verbruikt;

f. dat men na eene kalkbemesting, vooral bij regen, niet lang moet uitstellen den kalk met den grond te vermengen;

g. dat bij eene goede en diepe bewerking van den grond minder kalk noodig is, dan wanneer dit niet het geval is; dat de bemesting met kalk niet altijd even sterk wezen moet, en dat het noodig is ook stikstofhoudende meststoffen in den grond te brengen.

Uit een ander verslag van genomen proeven is nog gebleken, dat een leemgrond, die 45 deelen kalk op de 10,000 deelen grond bevatte, voortreffelijke klaver opleverde, maar dat een ander stuk van dienzelfden grond, waarin 3 deelen kalk op de 10,000 deelen grond aanwezig waren, geene klaver meer voortbragt, maar zuring. Uit deze proeven kan worden afgeleid, dat $\frac{1}{2}$ pCt. kalk in den grond voldoende is tot het groeijen van klaver en dat $\frac{1}{30}$ pCt. daartoe ongeschikt is. Ook volgt uit eene bekend gemaakte ondervinding, dat in het algemeen de bewering niet volkomen juist is, dat kalk de eigenaars rijk, maar de erfgenamen arm maakt; want er is in Saksen een voorbeeld bekend, dat men 70 jaren achtereen bemesting met kalk gebruikt heeft voor een grond, waarvan in 1799 geschreven werd, dat men nog geen nadeel van het gebruik van kalk had bespeurd, niettegenstaande de bemesting met kalk toen daar reeds 13 jaren bekend was.

De ruimte laat niet toe, uitvoeriger over kalk te spreken. Evenwel moet nog worden opgemerkt, dat eene bemesting met kalk niet in alle gevallen voor alle gronden en alle gewassen aanbeveling verdient,

zooals men wel eens heeft gemeend, en dat men ook hier, even als bij elke bemesting, verschillende omstandigheden in overweging moet nemen. Ten slotte moet nog worden vermeld, dat kalk, die rijk is aan magnesia (talkaarde), waartoe vooral de schelpkalk behoort, meer regtstreeks tot voeding der planten bijdraagt; dat rijpe zaden meer magnesia bevatten dan kalk, want dat in peulvruchten en boekweit 2maal, in granen 2½—3maal, in maïs, giert, en in de zaden van dennen 6—8maal meer magnesia voorkomt dan kalk, en dat magnesia na het phosphorzuur de beste zaadvormster is.

Over het gebruik van *mergel* (leem), die in het algemeen uit koolzuren kalk bestaat, met meer of minder klei, veen, zand enz. waaronder kleine hoeveelheden von sommige andere stoffen (zoo als phosphorzuur, zwavelzuur en potasch) en verbrandbare bestanddeelen gemengd, kunnen wij na het medegedeelde over kalk kort zijn. Het behoeft wel geen betoog, dat de werking van mergel in de allereerste plaats zal afhangen van de zamenstelling. Er komen soorten voor, die 70—80 pCt. koolzuren kalk bevatten, maar er zijn er ook, die er slechts eenige bezitten. In twee soorten, eene uit Gelderland en eene uit Overijssel werd nog kort geleden een gehalte van 13,74 en 37,95 koolzuren kalk gevonden. De invloed van mergelgrond is tweeledig, voedselbereidend en voedend, en deze dankt hij aan den koolzuren kalk.

De voordeelen, bij den kalk opgenoemd, gelden ook voor mergel, en hij maakt dus zware gronden losser, warmer en werkzamer, slechte gronden vruchtbaar, en is vooral oorzaak van een beteren klaver- en grasgroei. Ook is hij zeer geschikt voor zure gronden, die hij verbetert en waarvan hij schadelijke of althans niet gewenschte planten verdrijft. Bezigt men zandmergel, dan zal de werking spoediger plaats hebben, dan wanneer men kleimergel gebruikt (aldus genaamd, al naar gelang er veel zand of veel klei in voorkomt), die kouder is en dus langzamer, maar ook langer werkt. Na eene mergelbemesting moet men een akker krachtig bemesten met dierlijken mest, als men den grond niet spoedig uitgeput wenscht te zien. Ook is het raadzaam den mergel vóór het uitspreiden over het veld zoo lang mogelijk aan lucht en licht bloot te stellen en het is zeer doelmatig hem vooraf met gier enz. te bedeelen: men brengt hem doorgaans bij droog weder op de landen, ploegt hem goed onder en rolt den akker daarna, opdat hij zoo innig mogelijk met den bovengrond gemengd worde.

Op vele plaatsen in ons land heeft men leem gevonden in den

ondergrond en het is waarschijnlijk, dat men dien op nog meer plaatsen aantreffen zou, als men er slechts naar zocht. En heeft men het geluk eene leemlaag in zijne gronden te vinden, dan heeft men daarmeê welligt een schat verworven, die ons de moeite van het zoeken rijkelijk beloonen zal. En dat dit zoeken op zich zelf niet zoo bijzonder veel moeite behoeft te kosten, blijkt duidelijk, als men bedenkt, hoe dikwijls er om deze of gene reden (het graven van slooten enz.) tot op zekere diepte in een land gegraven wordt. Vindt men dan eene grondsoort, die er anders uitziet, dan waaraan men gewoon is — welnu, men late er eenige druppels zoutzuur (of sterken azijn) op vallen, en het gevondene is mergel, als het daarna, nevens de gewone luchtbellen, nog eene sterke opbruising vertoont. Beter nog is het, eerst water er bij te voegen, opdat de luchtbellen verdwijnen, en dan eerst het zuur toe te voegen. Het is van belang hierop zeer te letten, als men geen verkeerd oordeel zal vellen. Het hangt nu van de meer of minder sterke opbruising af, of de gevonden leem tot de al of niet goede soorten behoort. In elk geval is het in het algemeen verstandig, dergelijke leemaderen uit te graven en met de bouwvoor te vermengen, maar er behooren daarbij vele omstandigheden van plaatselijken aard in overweging te worden genomen, die het meer of minder uitvoerbaar kunnen maken.

Wij zijn genaderd tot de beschouwing van de werking van *gips*, eene verbinding van kalk met zwavelzuur, met eenige inmengselen van allerlei aard. Er zijn sints verscheidene jaren talrijke proeven met bemesting met gips genomen, en de meestal gunstige werking schijnt men hoofdzakelijk aan het gehalte aan zwavelzuur te moeten toeschrijven, en het schijnt te mogen aangenomen worden, dat dit zwavelzuur van de humus in den bodem ammoniak oplosbaar maakt, en er dan als zwavelzure ammoniak toe bijdraagt, dat de planten zich krachtig ontwikkelen, saprijk en overvloedig blad verkrijgen, en dan in staat zijn, om rijkelijk voedsel uit de lucht op te nemen. Ook heeft gips de eigenschap om ammoniak uit de lucht tot zich te nemen en die terug te houden, het wekt traag gistende plantendeelen in den grond tot werking op, oefent alleen in drooge, losse goed gemeste gronden invloed uit en is vooral geschikt voor klaver, peulvruchten, boekweit. Men geeft meestal b. v. aan klaver eene bemesting met gips bij vochtig weder, en als de plant ongeveer een palm hoog boven den grond staat. Franklin zaaide op een aan den weg liggend klaverveld met gips de letters gips, en toen de klaver

daar zeer hoog opgeschoten was, kon ieder voorbijganger de oorzaak der uitwerking lezen. Wat de kalk uit gips doen zal en doen kan, behoeven wij niet na te gaan, na hetgeen reeds vroeger in dit hoofdstuk over kalk in het algemeen is opgemerkt.

Keukenzout is door sommigen en vooral in Frankrijk met kracht ter bemesting aanbevolen, maar daar de zeer talrijke proeven, die er mede verrigt zijn, zeer onbepaald en onzeker en daarbij meestal onvoldoende geslaagd zijn, is het moeijelijk bepaald te beoordeelen, of eene zoodanige bemesting al dan niet voordeelig is. Bovendien wordt elke grond voortdurend met keukenmest gemest, wel is waar met eene geringe hoeveelheid, maar toch voortdurend, omdat in het regenwater een weinig keukenzout wordt aangetroffen. Men heeft berekend, dat b. v. de omstreken van Parijs per bunder jaarlijks 5 Ned. ponden keukenzout uit het regenwater ontvangen en in de nabijheid van de zee kan men, zoo als men opgeeft, deze hoeveelheid wel op 50 Ned. ponden schatten. Het is zamengesteld uit chloor en sodium, lost zeer gemakkelijk in water op, gelijk wij uit het gewone leven weten, en is in staat om bederf, dus ook verrotting en gisting tegen te houden. Om die reden gebruikt men zout bij het inmaken van vleesch en velerlei andere zelfstandigheden, en als men zout voegt bij mest, zal de rotting daarvan langzamer geschieden, dan zonder zout zou hebben plaats gehad. Dit kan alleen van nut zijn, als men voor een bepaald doel langzame werking van eene mestsoort verlangt en in het algemeen zal dit wel niet worden gewenscht. Ook is opgemerkt, dat het zout de ontkieming van het zaad in den grond tegenhoudt en op grond daarvan wordt aangeraden, het zout, als men het aanwendt, als toemest over het reeds opgeschoten gewas te strooijen. In het algemeen schijnt keukenzout alleen van waarde te zijn als bemesting voor vochtige gronden en volstteki nret voor losse, drooge en warme bodems. In een humusrijken grond kan men zonder nadeel en eerder met voordeel vrij aanzienlijke hoeveelheden keukenzout brengen. Evenwel mag het ten slotte naar aanleiding van allerlei proeven worden aangeraden, als men met zout mesten wil, het aan de dieren bij het voedsel te geven. Deze worden er dan krachtiger en gezonder door, en de mest, dien men er van verkrijgt, zal rijker aan zout zijn, dan hij zonder het nuttigen van zout zou geweest zijn. Op vele plaatsen geeft men werkelijk reeds aan het vee geregeld zout en deze handelwijze wordt door vele praktische landbouwers op grond van ervaring zeer aangeprezen.

Als laatste zelfstandigheid, die men uit den grond graaft, en die hier moet behandeld worden, volgt de *chili-salpeter*, waarover reeds zoo straks het een en ander is gezegd. Men vindt chili-salpeter in sommige streken van onze aarde in zeer aanzienlijke lagen in den bodem, somtijds ter dikte van 1 el en verscheidene uren lang en breed. Chili-salpeter heeft altijd eenige zelfstandigheden ingemengd, waaronder vooral het keukenzout behoort; en de hoeveelheid hiervan kan zeer uiteenloopen. Zoo vindt men er die 64 pCt. salpeterzure soda bevatten, maar ook 70 pCt., 76 en zelfs 95 pCt. In eene in ons land tot voor eenigen tijd verkrijgbare soort werd 98,2 pCt. zuivere salpeterzure soda gevonden. Omtrent de overige zamenstelling geeft het volgende overzigt eenige aanwijzing. In 100 d. van 4 soorten chili-salpeter werd namelijk gevonden:

	N⁰. 1.	N⁰. 2.	N⁰. 3.	N⁰. 4.
Salpeterzure soda . . .	90,34	91,14	91,77	95,68.
Keukenzout.	4,79	4,84	1,48	1,43.
Zwavelzure soda. . . .	1,59	1,44	0,75	0,93.
Zand.	1,34	0,98	0,66	0,24.
Water.	1,94	1,60	2,34	2,36.
	100,00	100,00	100,00	100,00.

Chili-salpeter wordt soms met aanmerkelijke hoeveelheden keukenzout vervalscht, dat veel goedkooper dan chili-salpeter is. De wijze, om die vervalsching op te sporen, is te omslagtig voor een landbouwer, en het mag dus raadzaam heeten met het aankoopen van chili-salpeter voorzigtig te zijn.

Chili-salpeter werkt vooral in ligte leemige gronden, en minder in zware of zeer losse gronden. Voor de laatste is chili-salpeter daarom minder geschikt, omdat hij zeer gemakkelijk in water oplosbaar is, en derhalve spoedig door den grond zakt. Men bezigt chilisalpeter om zijne gemakkelijke oplosbaarheid ook meestal als toemest, als de planten in haar sterksten groei zijn en strooit hem dan over den akker, nadat men hem, ter vermijding van schadelijken invloed op de planten, met veel aarde, turfmolm, enz. goed fijn gemaakt, vermengd heeft. Vooral heeft men met goed gevolg bij granen en vooral bij gerst chili-salpeter gebruikt. Voor tarwe en haver werkt hij ook goed, iets minder bij zomerrogge. Ook werkt hij goed op grasland, maar de werking op peulvruchten en wortel- en knolgewassen is wisselvallig. Op nawerking van dezen mest is vooral door zijne oplosbaarheid weinig staat te maken en niettegen-

staande dit en zijn vrij hoogen prijs, die ongeveer het dubbele van guano bedraagt (circa *f* 30 de 100 Ned. ponden) kan hij soms meer werking dan guano voortbrengen. Er zijn voorbeelden van bekend, dat men door 150 Ned. ponden per bunder o. a. in *één* jaar meer verkreeg in ronde cijfers van de volgende gewassen:

Tarwe	4½— 6 mud	korrels en	600—1100 Ned. ponden stroo.
Gerst	6 — 8 „	„ „	ongev. 1100 „
Haver	10 —13 „	„ „	1500—2200 „
Erwten	2 — 5 „	„ „	1000 „
Klaver en gras	. . . .		1800—2700 Ned. ponden hooi.

In ons land heeft men chili-salpeter met goed gevolg voor weiland gebruikt, en men kon *viermalen* eene zware snede gras verkrijgen van de helft van een met 2 Ned. chili-salpeter per vierk. Ned. roede gemest stuk land, terwijl men van de andere onbemeste helft slecht *éénmaal* kon maaijen. Ten slotte zij elk gebruiker van chili-salpeter ten sterkste aangeraden, er voor te zorgen, dat deze mest niet met veevoeder gemengd rake, omdat hij door dieren genuttigd, doodelijke gevolgen hebben kan. Er is een voorbeeld bekend, dan men in een stal aan al het vee chili-salpeter gaf in plaats van keukenzout (veezout) bij het voêr, en dat er na 9 uren 44 koeijen gestorven waren. Bij een ander veehouder stierven door dezelfde vergissing meer dan 130 schapen.

III. In de derde en laatste afdeeling van dit hoofdstuk moeten wij spreken, *over de verschillende soorten van afval uit het gewone leven*, waarvan in hoofdstuk XII en XIII nog geene sprake is geweest, benevens *compost-soorten* en dusgenaamde *kunst-meststoffen*.

Wij vangen aan met de vermelding, dat keukenspoelsels, zeep- en waschwater en al dergelijke stoffen, ofschoon niet vele bemestende bestanddeelen bezittende, evenwel als mest kunnen en moeten verzameld worden. Men kan ze gevoegelijk in den gierbak laten loopen. Daartoe is ook zeer geschikt het zoogenaamde *rootwater*, dat men verkrijgt bij het rotten van het vlas, iets, dat evenwel meestal in slooten gebeurt. In 100 d. daarvan toch werd gevonden

Stikstof.	2,24
Asch	42,01

en in 100 d. van deze asch:

Potasch.	9,78
Soda	9,82
Kalk	12,33

Magnesia	17,79
Kiezelzuur	21,35
Phosphorzuur. . .	10,84
Chloor	2,41
Zwavelzuur. . . .	2,65

Dit water kan dus, blijkens de gevonden zamenstelling, zeer goed als mest gebruikt worden.

Uit de keukens en in het algemeen uit alle stookplaatsen komen dagelijks *allerlei soorten van asch*, als van hout, van turf, van steenkolen. Die asch is zeer verschillend naar gelang van de soort der brandstof, waarvan zij afstamt. Houtasch verdient van alle soorten verreweg de voorkeur, en bevat meestal vrij aanzienlijke hoeveelheden potasch en phosphorzuur. Zoo werd gevonden in houtasch bij verschillende onderzoekingen:

6—12 pCt. potasch-zouten,
5—10 〃 phosphorzure kalk,
20—30 〃 koolzure kalk.

De asch van denneboomen is in het algemeen minder waard, dan die van beuken, kastanjes enz. Minder waarde nog heeft turfasch, die soms al zeer weinig bemestende stoffen kan bezitten. Zoo bleek uit onderzoekingen, dat voorkwamen in verschillende turfaschsoorten:

¼— ½ pCt. loogen,
½— 2 〃 phosphorzure kalk,
3—10 〃 koolzure kalk,
3—10 〃 gips.

De soort van turf doet hier zeer veel af. Evenwel is het zeker, dat turfasch nooit zooveel potasch bevat als houtasch, en dat men in het algemeen in turfasch meer onoplosbare kiezelzure verbindingen zal aantreffen dan in houtasch. België ontvangt jaarlijks zeer aanzienlijke hoeveelheden zoogenaamde haard-asch, meestal turfasch. In 1846 werden er b. v. 454,830 Ned. mudden uitgevoerd, ter waarde van *f* 136,449. Zoo wordt Nederland jaarlijks armer aan onverbrandbare bestanddeelen, die voor plantenvoeding goede diensten kunnen bewijzen. Dat weten de bewoners van Vlaanderen beter dan vele Nederlandsche landbouwers, zooals zij met de daad bewijzen. Nog minder waarde heeft steenkolenasch, waarvan de zamenstelling bleek te zijn:

¼— ½ pCt. loogen,
3— 4 〃 kalk en magnesia,

2— 3	pCt.	zwavelzuur,
40—80	"	klei en ijzeroxyde.
sporen		van phosphorzuur.

Naar een en denzelfden regel in waarde geschat, zal er tusschen de prijzen der verschillende aschsoorten deze verhouding moeten bestaan, dat houtasch de 100 Ned. ponden *f* 1,28, turfasch *f* 0,19 en steenkolenasch *f* 0,07 gemiddeld mogen kosten, als men niet meer wenscht te betalen, dan zij uit een wetenschappelijk oogpunt waard zijn. In eene haardaschsoort, verkrijgbaar in ons land, werd o. a. kort geleden te Deventer gevonden in 100 d:

Water	8,9
Verbrandbare stoffen	13,8
Onoplosbare stoffen	53,3
Phosphorzuur	1,2
Zwavelzuur	5,9
Kalk	5,9
Loogen	0,8

Zulk eene aschsoort is dus niet in staat veel werking voor den dag te brengen. Doorgaans gebruikt men asch voor weilanden, en voor zware gronden is zulk eene bemesting soms heilrijk in de gevolgen, vooral als de gebezigde haardasch betrekkelijk rijk aan houtasch was. Doorgaans, vooral in steden, is dit evenwel niet het geval.

Met een enkel woord gewagen wij hier ter plaatse van het gebruik van *puin*. Verstaan wij daaronder, hetgeen men verkregen heeft door het afbikken van steenen van oude gebouwen, dan zal puin bestaan uit koolzuren kalk en zand. Bovendien zal men er eene geringe hoeveelheid kalk-salpeter in vinden en als er puin van schoorsteenen bij is, ook eenig roet. Een dergelijk mengsel zal dus hoofdzakelijk dezelfde (hier en daar misschien eene betere, geheel afhangende van de zamenstelling) dienst doen als kalk, waarover wij in dit hoofdstuk (bl. 295) reeds genoeg hebben medegedeeld.

Onder de zelfstandigheden, die als afval in het gewone leven veel voorkomen, noemen wij verder *modder*, *slijk* van allerlei soort en *straatvuil* uit steden. Uit den aard der zaak kan de zamenstelling van modder zeer verschillend zijn, niet alleen afhangende van de geaardheid van het water, waarin zij is afgezet, en van de stoffen, die daarin op verschillende wijzen zijn gebragt, maar ook van de soort van grond, waardoor zij is omringd geweest. Eene modder uit eene kleistreek zal dus eene geheel andere zamenstelling hebben, dan die uit eene zandstreek, enz. In het algemeen evenwel geldt van

modder, om het even van welke streek zij verkregen is, dat er meer humus in voorkomt, dan in eene vruchtbare aarde. Overigens komen er zeer geringe hoeveelheden van onverbrandbare stoffen in voor, behalve eene ruime mate van kiezelzuur. Van phosphorzure zouten, alsook van die van potasch vindt men er meestal niet veel meer in dan sporen, hoeveelheden, bijna te gering om ze in gewigt te bepalen. Dit blijkt uit het volgende overzigt, waarin de zamenstelling is opgegeven van eene zeer goede moddersoort. In 1000 d. daarvan werd o. a. gevonden;

Aluinaarde	60
Kalk	35
Magnesia	5
Yzeroxyde	25
Kiezelzuur en zand	420
Gips	5
Phosphorzure kalk	7½
Potasch	2½
Keukenzout	1
Stikstofhoudende stoffen	15
Verbrandbare stof	390.

In andere soorten werd aangetroffen 13—15 pCt. humus en 45—50 pCt. zand.

Het is noodig, dat men onderscheid make tusschen modder en slijk uit slooten enz, want het laatste bevat doorgaans veel minder humus en veel meer zand. In zulk een slijk werd in 1000 d. gevonden ongeveer in ronde cijfers:

Gips	2
Kalk	1
Phosphorzure kalk	1
Klei, zand enz.	836
Verbrandbare stof	95
waarin stikstof	0,8
Water	60

Bij vergelijking van deze cijfers met de vorige blijkt het groote verschil in zamenstelling van goede modder en slijk aanstonds zonder verdere verklaring. Is het slijk evenwel afkomstig uit slooten, vaarten enz., in welke velerlei uitwerpselen vloeijen, dan zal de waarde veel grooter zijn en dan kan het zelfs geraden zijn het voorbeeld te volgen van de bewoners van den omtrek van Edinburgh, die gebruik maken van het water, dat door die stad is heengevloeid, en het

over hunne landerijen doen stroomen, enkel en alleen om het slib van allerlei aard, dat het meêvoert. Over deze handelwijze, die men *bevloeijen* noemt, zal later in hoofdstuk XVI uitvoerig worden gehandeld. In het algemeen geldt bij het gebruik van modder en slijk, dat men het vóór het gebruik ter bemesting van landen laat uitdroogen, het zooveel mogelijk met lucht in aanraking brengt, en doorgaans, zooals men zegt, laat uitvriezen. De overvloedige hoeveelheid zure humus, die er soms in aanwezig is, heeft dan gelegenheid verbindingen aan te gaan, en men behoeft dan niet te vreezen, dat eene bemesting met modder enz. schadelijke gevolgen zal hebben. Het behoeft wel niet gezegd te worden, dat zulk eene bemesting inzonderheid alle aanbeveling verdient voor gronden, die gebrek aan humus hebben, dus voor zandgronden wel in de allereerste plaats.

Met modder bezit eenige overeenkomst het straatvuil onzer steden, hoewel het wel duidelijk wezen zal, dat het doorgaans eene betere zamenstelling zal hebben. Want het is toch een mengsel van allerlei, van het fijne poeder der steenen en uitwerpselen van dieren; het bevat, wat op de straten is blijven liggen van onze afgesleten zolen van schoenen en laarzen en velerlei andere zelfstandigheden. Het is dus een mengsel van allerlei stoffen, een ware compost- of pluismest zooals men in het gewone leven zegt, die in bevolkte steden, zooals b. v. Amsterdam enz. zeer veel waarde hebben kan. Om die reden schat men dan ook het straatvuil hoog en gebruikt het op sommige plaatsen in ons land b. v. te Steenwijkerwold, en hier en daar in Groningen, waar men straatvuil bezigt, dat uit Amsterdam wordt aangevoerd, met uitnemend gevolg. Het verzamelen van het straatvuil wordt thans in de meeste steden verpacht en brengt soms vrij aanzienlijke sommen op, vooral in streken, waar men om de hoedanigheid van den omliggenden grond of om ontginningen behoefte aan mest heeft. Wegens de groote wijzigingen van de zelfstandigheden, waaruit het straatvuil is ontstaan, die van allerlei plaatselijke toestanden afhangen, is het onmogelijk eene in het algemeen ware zamenstelling er van op te geven. Slechts dit kan er van worden gezegd, dat die soort de beste wezen zal, die men verkregen heeft in steden, waarin het verkeer groot is. Het is raadzaam ook dezen mest, evenals modder, eenigen tijd aan de lucht te laten liggen.

Van het straatvuil komen wij op geleidelijke wijze op den dusgenaamden compôst of pluismest, bereid uit allerlei zelfstandigheden, doorgaans van dezulken, die men liefst niet in den gewonen mestbak heeft, en van moeijelijk verrottende stoffen. Men bezigt daartoe on-

kruiden, afval van planten, zooals takken en bladeren van boomen, kaf, zaagsel, run enz., keukenafval, modder, slijk, puin, zeepwater, uitwerpselen van dieren, vooral van varkens en van ganzen enz. enz., gemengd met aarde, kalk, kalk uit gasfabrieken, asch enz. enz. Ter bereiding van een goeden pluismest zijn de volgende voorwaarden noodig. *Vooreerst* moeten er stoffen in aanwezig zijn, die rotten kunnen; *ten tweede*, moeten de verschillende gemengde zelfstandigheden zoo fijn mogelijk verdeeld zijn; *ten derde* moet er vochtigheid aanwezig zijn; *ten vierde* is het onmisbaar, dat de hoop zóó ligge, dat er warmte in kan doordringen, en eindelijk, *ten vijfde* is het boven alles noodzakelijk, dat de lucht vrijelijk kunne toetreden. Over het eerste punt behoeft wel niet veel te worden medegedeeld. Waar men toch moeijelijk verrottende stoffen in goeden mest wil veranderen, met andere woorden, waar men uit die moeijelijk verrottende zelfstandigheden voedsel voor de planten wenscht te bereiden, dat zooals bekend is, tot eene zekere mate verrot en oplosbaar gemaakt moet zijn, omdat het dan alleen tot voedsel dienen kan, daar is het uit den aard der zaak noodig, dat er stoffen tevens aanwezig zijn, die de moeijelijk verrottende in hare ontbinding medeslepen. Om die reden voegt men bij de bereiding van goeden compost dan ook meestal gier toe, die men over den hoop pompt. Gier verrot gemakkelijk en zet in betrekkelijk korten tijd de voor verrotting weinig vatbare stoffen om; datzelfde doet bloed, urine enz, en ook dierlijke meststoffen, opzettelijk tot dit doel in water verdeeld [1]). Voor dat zelfde doel voegt men ook wel kalk tot den compost-hoop en dit is vooral goed, als men hiervoor veel onkruiden heeft gebezigd. De kalk oefent op alle bewerktuigde ligchamen en ook op de onbewerktuigde — wij zagen dit reeds vroeger — een ontledenden invloed uit, en als men ongebluschten kalk bezigt, kan de ontleding zoo hevig zijn, dat men er voorbeelden van heeft, dat geheele compost-hoopen in brand geraakten. Als men evenwel de hoeveelheid ongebluschten kalk niet te groot neemt, behoeft men voor zulk een min aangenaam verschijnsel niet bevreesd te zijn. In de plaats van kalk kan men ook in het algemeen loogen gebruiken, en tot bereiding van een spoedig werkenden mest uit wollen lompen heeft men in Engeland meermalen met

---

[1]) Nog niet lang geleden, in 1856, heeft een landbouwer uit Limburg medegedeeld, dat hij een mengsel van dennenaalden en mos, die beide moeijelijk verrotten, met in water verdeelde guano had bevochtigd en op die wijze eene uitmuntende meststof had verkregen.

goed gevolg gebruikt gemaakt van soda. Ook kan men houtasch tot dit doel gebuiken, die dan inzonderheid dienst doen zal, door haar gehalte aan potasch. Behalve houtasch bezigt men ook den dusgenaamden onderloog der zeepzieders, die bevalve een weinig keukenzout, ook nog loogen bevat, en verdunt deze met 3—4 malen water. Met dit vocht bevochtigt men dan den hoop en onder den invloed van de loogen zal de stikstof in de verschillende zelfstandigheden aanwezig, veranderd worden in salpeterzuur, dat zich met de loogen tot verschillende salpeters (kalk-salpeter, potasch-salpeter, soda-salpeter) zal verbinden. Wenscht men geene zoodanige stoffen, maar gier, bloed enz. ter bevochtiging voor den compost-hoop te bezigen, dan mag het in het algemeen worden aangeraden, deze vloeistoffen vooraf eenigzins te laten rotten. Dan werken zij spoediger tot het verlangde doel mede.

Eene fijne verdeeling van de zelfstandigheden, waarvan men compost bereiden wil, is daarom noodig, omdat anders een zeer lange tijd vereischt wordt, om velerlei stoffen te doen verrotten. Eene zoo innig mogelijke aanraking van de moeijelijk en de gemakkelijk verrotbare ligchamen is wenschelijk, en draagt er zeer toe bij, dat de te bereiden pluismest een goed en gemakkelijk opneembaar plantenvoedsel zal opleveren.

Dat er vocht, warmte en lucht noodzakelijk zijn, waar men verrotting verlangt, is reeds meermalen in vroegere hoofdstukken gezegd. Drooge zelfstandigheden rotten niet. Visch verrot gemakkelijk; droogt men hem, dan kan men hem lang bewaren; dat leert het dagelijksche leven. Bij sterke winterkoude heeft verrotting niet dan zeer traag plaats, ja zelfs heeft men in het koude Siberië geheele ligchamen van ijsbeeren onverteerd gevonden tusschen ijs, die daar ettelijke jaren aanwezig zijn geweest. In de warmen strekenvan onze aarde daarentegen volgt de ontbinding van dierlijke ligchamen reeds weinige uren na den dood. Maar ook reeds onze mesthoopen leeren ons hetzelfde. In den zomer heeft de verrotting daarin veel gemakkelijker en spoediger plaats, dan des winters. Lucht eindelijk, is overal daar onmisbaar, waar men verrotting verlangt, want de zuurstof der lucht speelt eene belangrijke rol bij de ontleding. Om al deze redenen bevochtigt men compost-hoopen dikwijls en herhaalde malen; daarom zet men ze dooreen, opdat er gelijkmatigheid in het mengsel ontstaan zal, dat alle deelen met elkander in aanraking komen en gelijkelijk verwarmd worden. Een kundig man heeft gezegd, dat er bij de bereiding van compost geene nieuwe stoffen worden

gemaakt en zijne bewering is volkomen juist. Men verandert slechts allerlei oogenschijnlijk nietswaardige stoffen op doelmatige en verstandige wijze in mest, die soms, als men alle noodige voorwaarden tot eene goede bearbeiding goed in het oog gehouden heeft, een groote steun kan wezen voor den landman. Niets behoort dan ook te worden weggeworpen, alles moet en kan in mest veranderd worden, en op elke goed ingerigte bouwerij behoort behalve de mestbak en de gierput, bovendien nog een pluishoop aanwezig te zijn, waarop men datgene werpt, wat niet spoedig in mest kan worden veranderd. Ten slotte vermelden wij nog, dat het wenschelijk is, den pluishoop aan te leggen, niet te ver verwijderd van de plaats, waar men den daarvan te verkrijgen mest wenscht te gebruiken; voorts dat men zooveel mogelijk zorg moet dragen (door bedekking met aarde enz.), dat er door regen niet te veel uit worde weggespoeld; dat er van het uitdruipend vocht zoo weinig mogelijk in den grond dringe, waarvoor men hier en daar eene onderlaag van wollen lompen met zeer goed gevolg bezigt, die het vocht in zich opnemen, en waarvoor het in het algemeen goed is, op korten afstand van den hoop een greppel te graven, waarin het afloopende vocht verzameld wordt, en waaruit het door een pomp wederom over den hoop wordt gebragt; eindelijk drukt men de zijwanden van den hoop doorgaans in een, opdat er door wind enz. geene bemestende stoffen verloren gaan. Er moet wel lucht in den hoop kunnen dringen, maar de toegang mag niet al te gemakkelijk zijn. Ten slotte hangt het geheel en al af van de wijze, waarop, en van de stoffen, waaruit men den compost bereid heeft, van zijn staat van ontbinding enz., voor welke gewassen men hem met het meeste voordeel gebruiken zal. In het algemeen mag evenwel worden beweerd, dat voor weiland compost altijd een goede mest wezen zal.

Het aankoopen van compost zal elkeen met ons voor zeer gevaarlijk houden, als men niet naauwkeurig weet, waaruit hij is bereid. Geen der lezers zal dit eenigermate in twijfel trekken, en toch brengt zoo menig landbouwer dit belangrijke besluit niet in toepassing. Men heeft namelijk, zooals bekend is, allerlei mengsels, bereid uit allerlei stoffen, ook dikwijls uit niets of bijna niets waardige, ze in poedervorm gebragt, gedroogd, en aangekondigd onder verblindende namen en met opgaven van werkingen, die zij in staat zouden zijn om voort te brengen, voor hooge, ja soms voor meer dan 10 tot 20 en meervoudig te hooge prijzen. Die mengsels heeten in den handel *kunstmeststoffen*. In vele landen is daarmede een groot bedrog gepleegd,

zoo als gebleken is door scheikundig onderzoek en door praktische ervaring na het gebruiken van zulke meststoffen. Voorzigtigheid bij het aankoopen van zulke mengels, meestal onbekend van zamenstelling, mag dus boven alles worden aangeraden, en men zij er vooral op bedacht, zich noch door benamingen, noch door aankondigingen, noch door het woord "geoctroijeerd" te laten medeslepen. Dat alles beteekent niets. Op papier schrijft en drukt men wat men wil en geoctroijeerd beteekent niet, dat de deugdelijkheid door de Regering is erkend, alléén dat geen ander dat zelfde mengel mag namaken en verkoopen, zonder vergunning van den bezitter van het octrooi. En bovendien, als de kooper niet weet, wat hij koopt, kan de verkooper hem immers b. v. wel een mensel van gips en ijzervitriool in de handen stoppen, voor 5 maal hooger prijs dan het waard is? Die verkooper kan dan immers wel zeggen, dat het "een goedkoope en voordeelige, een uitmuntende en onontbeerlijke mest is," (en wat is er van sommige mengsels al niet meer gezegd?), die oneindig beter werkt dan b. v. guano, maar omdat hij het zegt, daaruit volgt immers nog geenszins dat dit zoo is? Geen kunstmest dan ook voortaan voor goed gehouden, waarvan de zamenstelling niet bekend is; geene mengsels aangekocht, waarvan men de hoofdbestandeelen niet kent, en geene kunst-meststoffen aangeschaft dan de zoodanigen, die men vooraf praktisch heeft onderzocht, en die te verkrijgen zijn bij handelhuizen, die vertrouwen verdienen. Bij onze naburen, in Duitschland en Frankrijk, maar ook in Engeland zijn reeds meermalen de treurige gevolgen gebleken van het voorbarig geloof hechten aan hoogdravende berigten van kuntmest-fabriekanten, en ofschoon het zeker is, dat velen van hen misschien volkomen ter goeder trouw kunnen gedwaald hebben, is het ook zeker, dat vele landbouwers soms bitter zijn te leurgesteld geworden.

Tot nog voor korten tijd waren er in ons vaderland weinig kunstmeststoffen te verkrijgen, maar sints eenige jaren tracht men bij ons buitenlandsche mengsels in te voeren en aan den man te brengen. Het bekend maken van de zamenstelling en van de uitkomst, verkregen door praktische proeven van die ingevoerde mestsoorten is een krachtig wapen tegen schade, mits men dan ook van zulke bekendmakingen gebruik maakt, en ze algemeen verspreidt, als waarborg tegen de indrukken, hier en daar te weeg gebragt door de in advertentiën publiek gemaakte opgaven van de ongeloofelijke kracht, die door dezen of genen kunstmest zou kunnen worden voortgebragt. Dat gebeurt nu hoe langer hoe meer, en die geene

schade wil ondervinden, heeft daartoe ook in ons land middelen in overvloed.

Het uitsproken oordeel schijnt misschien dezen of genen onbillijk toe. Die schijn zal echter verdwijnen, als wij eenige bewijzen voor ons gevoelen aanbrengen.

Eenige jaren geleden werd in Engeland eene zeer groote fabriek opgerigt van een kunstmest, bestaande uit onbewerktuigde stoffen. Die kunstmest werd luide aangeprezen en velen, ook in Duitschland, maakten er gebruik van. Weinige jaren echter daarna was men genoodzaakt de fabriek met schade te doen ophouden, want de praktische proeven, met den kunstmest in het werk gesteld, hadden bewezen, dat de voorspelde uitkomsten zich te vergeefs lieten wachten, en menigeen was bitter teleurgesteld. Dat was het lot van den gepatenteerden kunstmest van von Liebig.

In Frankrijk werden nog niet lang geleden eenige fabrieken van kunst-mestsoorten tot stand gebragt. De eene was van Huguin & Comp., die ook in ons land een dépôt gehad heeft, de tweede was van Dusseau, en de derde van Bickes, en behalve deze nog andere fabrieken, waarover wij hier niet spreken zullen, omdat de ruimte het ons niet toelaat. Het bleek al spoedig door praktische ervaring, dat de meststoffen van Huguin & Comp., van Dusseau en van Bickes, die door agenten door geheel Frankrijk waren verspreid en waarvoor men veel geld betaald had, volstrekt niet aan de verwachting voldeden. Op uitnoodiging van een talrijk landbouw-genootschap in Frankrijk werden de mengsels door een beroemd scheikundige onderzocht. Deze vond nu de zamenstelling zoodanig, dat het uitblijven der voorspelde uitkomsten geheel en al verklaard was. De kunstmest van Huguin & Comp., die in 20 soorten voor verschillende gewassen en gronden werd afgeleverd, en waarvan 6 Ned. p. zouden voldoen ter bemesting van één bunder, bevatte veel water, vooral kalk, eenig keukenzout en eene geringe hoeveelheid stikstof. De kunstmest van Dusseau, (eene vloeistof, waarmede men het zaad, vóórdat het werd uitgezaaid, moest bedeelen), waarvan 14 soorten in den handel waren en waarvan 15 Ned. kannen zouden voldoen ter bereiding van 1½ mud graan, bevatte de ongehoord groote hoeveelheid van ongeveer 80 pCt. water, terwijl er overigens vooral salpeter en keukenzout met zwavelzuur ijzer in voorkwamen. De prijs van 15 Ned. kan was ongeveer ƒ 16,50!! Nog verkocht Dusseau een anderen mest met 1000 pCt. winst! En de kunstmest van Bickes eindelijk, waarvan 17 soorten te koop werden aangeboden, hield veel meer dan de helft

aan onoplosbare stoffen, waaronder vooral kalk en zand, en weinig stikstof.

In België en in Engeland wordt sints eenigen tijd een kunstmest gefabriceerd, die behalve in die landen ook bij ons te koop wordt aangeboden, en die volgens de aankondigingen door de voornaamste staten van Europa geoctroijeerd is, dat wil zeggen, waarvoor in de voornaamste staten van Europa de zekerheid gekocht is, dat geen ander dan de eigenaars van het octrooi den mest maken en verkoopen mag. Die kunstmest wordt door de fabriekanten genoemd: *engrais économique*, en in ons land wordt hij aangekondigd onder den naam van *goedkoopen en voordeeligen mest* voor de verbazend hooge som van *f* 20. de 100 Ned. ponden. Uit een kort geleden te Deventer in het werk gesteld onderzoek, bleek dat in 100 d. van dien mest voorkwamen:

Gebonden water en verbrandbare stoffen.	30,16
(Hiervan verbrandbare stoffen 1,20)	
IJzeroxyde.	13,90
Kalk.	11,94
Loogen (soda en sporen van potasch).	3,33
Zand en onoplosbare kiezelzure verbindingen	10,10
Zwavelzuur	30,95
Chloor enz	0,42.

Verder bleek, dat deze mest inzonderheid bestond uit ijzervitriool (48,24 pCt.) en gips (36,67 pCt.), en als men de overige bestanddeelen mede in rekening brengt, is hij zeker niet meer dan hoogstens *f* 5 de 100 Ned. ponden waard — en de handelsprijs bedraagt *f* 20!

Deze voorbeelden, die wij met nog vele anderen zouden kunnen vermeerderen, zooals van kunst-guanosoorten uit Engeland, mest voor turnips, eveneens uit Engeland (die meer dan 74 pCt. zand bleek te bevatten), zullen den aandachtigen lezer wel hebben overtuigd, dat voorzigtigheid bij het aankoopen van kunst-meststoffen zeer noodzakelijk is, en vooral als zij uit vreemde landen worden ingevoerd.

Onder de velerlei kunst-meststoffen, die in den handel, zoowel van ons vaderland, als van andere landen voorkomen, vindt men ook mengsels, die waarlijk aanbeveling verdienen. Van de soorten, die van 't buitenland bij ons worden ingevoerd, noemen wij den zoogenaamden *bloedmest*, in Londen door eene groote maatschappij bereid, en die volgens een zeer onlangs te Deventer verrigt onderzoek in 100 d. o. a. in ronde cijfers ongeveer bevat:

Water	ruim	7	pCt.
Stikstof	〃	6	〃
Ammoniak	〃	6	〃
In het geheel verbrandbare stof	〃	42	〃
〃 onverbrandbare stof	〃	58	〃
waarvan chloor-ammonium	〃	20	〃
keukenzout	〃	16	〃
Kalk	〃	12	〃
IJzeroxyde	ruim	3	pCt.
Zwavelzuur	〃	9	〃
Phosphorzuur	〃	9	〃
Zand	〃	9	〃

Er komt dus eene vrij aanzienlijke hoeveelheid stikstof in voor, daarenboven ammoniak, veel verbrandbare stoffen, vrij veel keukenzout, kalk, phosphorzuur en zwavelzuur, maar slechts sporen van potasch, en deze mest mag derhalve in het algemeen goed heeten.

Bovendien worden ook in ons land allerlei soort van *poudrette's* en *urate's* gemaakt, de eerste voornamelijk uit vaste menschen-uitwerpselen, gemengd met allerlei stoffen, als wol, bloed, modder, asch enz., de laatste uit menschenurine, gemengd met kalk, gips, asch enz. Uit den aard der zaak kan de zamenstelling van beide mestpoeders (want in den handel zijn zij als poeders verkrijgbaar) zeer verschillen, naar gelang van de gebezigde beer en urine, en van de toegevoegde zelfstandigheden. De zamenstelling der in ons land te koop aangeboden en veelvuldig gebezigde poudrette- en uratesoorten is nog niet bekend, maar zal weldra bekend worden. Om evenwel een voorbeeld te geven van de zamenstelling, die deze meststoffen hebben *kunnen*, vermelden wij de volgende cijfers, gevonden door het onderzoek van in Saksen en andere streken van Duitschland voorkomende soorten. In 100 d. daarvan werd o. a. gevonden ongeveer:

	IN POUDRETTE.		IN URATE.
	In de geringste soorten.	In de beste soorten.	
Stikstof	0,5	1,2	22,3 d.
Phosphorzuur	1,0	2,5	3,6 〃
Loogen	0,6	1,5	4,5 〃

Uit deze cijfers blijkt, dat er in urate veel meer stikstof voorkomt dan in poudrette, en eveneens meer phosphorzuur en loogen; maar wij herhalen het, de zamenstelling hangt geheel en al van de

gebezigde stoffen en van den aard der bereiding af. De beschikbare ruimte laat ons niet toe, nog meer over andere kunst-meststoffen te zeggen. Bovendien is van verscheidene nog een scheikundig onderzoek noodig, om er met grond over te kunnen oordeelen, en het is zeker voor den landbouv wenschelijk, dat alle in ons land verkrijgbare, zoowel daar als elders gefabrieceerde kunstmesten onderzocht en de gevonden cijfers openbaar gemaakt worden. Daarmede zal de vaderlandsche landbouw waarschijnlijk zeer worden gebaat.

Dat men door het alléén gebruiken van kunstmest-soorten niet *altijd* goede uitkomsten heeft bekomen, mag men nog niet aanstonds aan die mengsels toeschrijven. Zij zijn *toe-* of *hulp*-meststoffen, die nooit gewonen mest geheel en al kunnen vervangen, maar die bij en behalve gewonen mest gebruikt er toe kunnen bijdragen, de opbrengst van vele gronden te verhoogen, mits de omstandigheden van weêr en wind niet ongunstig zijn. Om een kunstmest goed te beoordeelen is meer dan ééne praktische proef noodig, en men handelt in elk geval verstandig die *proeven* op niet al te groote groote schaal te nemen. Gelukken zij, dan kan men dezelfde proef in het groot herhalen en zal er dan waarschijnlijk bij winnen.

De kunst-meststoffen zijn in het algemeen zeer gemakkelijk te vervoeren, want het zijn bijna alle poeders, die in balen of fusten worden verzonden. Men gebruikt ze bijna allen op dezelfde wijze, namelijk, men mengt ze met aarde, turfmolm enz. en strooit ze zoo uit, meestal in het voorjaar, als de planten beginnen te groeijen, en soms (vooral bij wintergewassen) voor een gedeelte ook in het najaar. Vochtig weder wordt bij dat uitstrooijen doorgaans gewenscht en windstil weder, omdat anders het uitstrooijen niet regelmatig geschieden kan. Dat die kunst-meststoffen vooral aanbeveling verdienen, welke inzonderheid stikstof bevatten met potasch, phosphorzuur en zwavelzuur, weinig water inhouden en niet veel zand ingemengd hebben, behoeft na al het in hoofdstuk XII gezegde over de meest waarde bezittende bestanddeelen van mest, ter plantenvoeding geschikt, niet herhaald te worden. Dat men voor zich zelven als men dit verlangt, in zekeren zin ook kunst-meststoffen kan bereiden, behoeft eveneens niet opgemerkt te worden. Want men kan immers, na den raad van deskundigen te hebben ingewonnen, verschillende zouten bijeenvoegen, ze mengen met verschillenden afval van fabrieken enz., dus, met andere woorden, een eigenaardigen compost vervaardigen, er kleine proeven mede doen, en zoo welligt de vruchtbaarheid zijner akkers zeer verhoogen. Maar met nadruk herhalen wij nogmaals, dat de

gewone wijze van bemesting niet achterwege mag blijven. Als men voortdurend uit den grond veel wenscht te kunnen trekken, behoort men hem voortdurend in staat te stellen, veel af te leveren en degene, die van meening wezen mogt, dat hij met eenige Nederlandsche ponden van dezen of genen kunstmest evenveel uitkomt zal waarnemen als van eene bemesting met goeden stalmest, zal zich meestal teleurgesteld zien.

Dr. L. Mulder.

XV.

UITPUTTING EN VERRIJKING VAN DEN BOUWGROND

DOOR

VERSCHILLENDE GEWASSEN EN MESTSOORTEN.

Wat gaat er toch in den bouwgrond om, wanneer wij den aanstaanden oogst naar onze beste krachten door mest en het werk onzer handen hebben voorbereid? Hoe ontspruiten jaar uit jaar in uit den moederschoot der aarde die duizende planten in matelooze verscheidenheid? Zoo vraagt de bedachtzame landbouwer, zoo vraagt ieder, die in de krachten en werkingen der natuur een dieperen blik zoekt te werpen. En wanneer wij in dit hoofdstuk eenige daadzaken zullen bijbrengen, om de oplossing van deze vraag naderbij te komen, dan vertrouwen wij, dat onze lezers ons met belangstelling zullen volgen op het moeijelijke pad, dat voor ons ligt. Want wij zullen vele tegenstrijdigheden moeten oplossen, vele opvattingen en vooroordeelen moeten overwegen en bestrijden, om tot een helder inzigt van de verschijnselen te komen, die een gezegenden of schralen oogst ten gevolge hebben en de vruchtbaarheid of uitputting van den bodem te weeg brengen.

Wij weten wel alreeds uit vorige hoofdstukken, dat de planten haar bestanddeelen uit lucht, grond en mest ontleenen; dat de eene plant meer van deze, de andere plant meer van eene andere stof uit den grond wegneemt; maar met deze kennis zijn wij nog niet in staat, om de eenvoudigste vragen te beantwoorden. Hoe zal men daardoor verstaan, dat men hier jaren achtereen ongestraft met weinig mest hetzelfde gewas verbouwt, terwijl men elders met alle

inspanning van krachten toch eene afwisseling van planten niet vermijden kan, zoo men de oogsten ten laatste niet geheel wil zien mislukken? Waarom levert een schrale, slordig behandelde akker in een gezegend jaar rijke vruchten, terwijl op een ander tijd de best bebouwde grond de oogsten weigert? Wat maakt het den eenen landbouwer mogelijk, jaarlijks zonder veel moeite zijne producten te teelen en rijke winsten te ontvangen, terwijl de ander, met alle zorg voor mest en akker, moeite heeft, de kracht van den bouwgrond in stand te houden en de gedane voorschotten terug te winnen? — Deze en dergelijke vragen op te lossen is niet gemakkelijk, omdat daarbij velerlei oorzaken in het spel kunnen komen; maar er is één weg, die ons zeker vroeg of laat tot het doel brengt, nl. de weg van *meten*, *wegen* en *rekenen*, en sedert men dezen weg ook in den landbouw heeft gevolgd, heeft men reeds vele bedenkingen kunnen oplossen, die vroeger raadselachtig bleven. Dien weg willen wij dan ook thans met onze lezers inslaan; door te berekenen, wat de oogst levert, wat de lucht aanbrengt en de mest aanvoert; door daarbij den toestand van verschillende planten en gronden in het oog te houden, willen wij de uitputting en verrijking van den bouwgrond beter leeren verstaan en nuttige wenken voor den landbouwer trachten te geven. Vóór dat wij daartoe overgaan, willen wij evenwel een blik werpen op vroegere tijden en nagaan, hoe men langzamerhand de teelt van verschillende gewassen heeft ingevoerd; hoe men door sommige planten de vruchtbaarheid van den bodem heeft trachten te herstellen of te vermeerderen, en alzoo van lieverlede tot een *vast bouwstelsel*, dat is tot eene regelmatige afwisseling van verschillende planten in den loop der jaren gekomen is.

Wanneer een uitgestrekt land slechts door eene betrekkelijk geringe bevolking bewoond wordt, kan men zich zonder veel zorg en moeite het noodige voedsel verschaffen. Waar de bosschen sedert eene lange reeks van jaren de voedende bestanddeelen van lucht en grond hebben opgenomen, en in eene dikke laag van rottende plantendeelen (boschgrond, humus) hebben uitgespreid, daar kan men in den bodem van het gevelde of nog liever van het afgebrande woud jaren achtereen granen en andere planten verbouwen; is deze bron uitgeput, dan heeft men nabij de rivieren landerijen genoeg, die jaarlijks met vruchtbaar slib bedekt worden en zoodoende eene ruime natuurlijke bemesting ontvangen. Zoo bebouwden onze voorouders en de bewoners van naburige streken voor meer dan duizend jaren het

land; was de grond uitgeput, dan lieten zij hem als weide liggen, en, door de bemesting van het vee en de toevoer van stoffen uit den dampkring, werd hij van lieverlede weder voor den graanbouw geschikt.

Toen echter de bevolking toenam, en de opbrengsten van het land grootere eischen hadden te voldoen, beproefde men, door mest een en denzelfden akker aanhoudend tot het voortbrengen van graangewassen te dwingen. Men bouwde dan twee jaren achtereen koren, en gebruikte het derde jaar om te *braken*, dat is, den grond herhaalde malen te *breken* en zoodoende van onkruid te zuiveren, los en voor het indringen van lucht en regenwater geschikt te maken. Met dit braken ging dan eene sterke bemesting gepaard, en hiervoor moest eene aanzienlijke hoeveelheid weiland aanwezig zijn, die het bouwland in uitgestrektheid ten minste tweemaal overtrof, wilde men het vee niet met van het bouwland gewonnen gerst en stroo voeden, gelijk zulks in zuidelijker gewesten gebruikelijk was. Het braakstelsel, zooals het in vele gewesten in ouden tijd reeds door de Romeinen en later door Karel den Groote algemeen werd ingevoerd, vorderde nevens eene groote hoeveelheid weiland eene verdeeling van het bouwland in drie deelen, en men deelde dan de vruchten voor drie akkers aldus in:

	1e Akker.	2e Akker.	3e Akker.
Eerste jaar....	Braak.	Wintergraan.	Zomergraan.
Tweede jaar....	Wintergraan.	Zomergraan.	Braak.
Derde jaar.....	Zomergraan.	Braak.	Wintergraan.

Het vierde jaar had dan weder dezelfde verdeeling als het eerste jaar, en zoo volgden elkander op elken akker braak, wintergraan en zomergraan onophoudelijk op, terwijl ieder jaar een ander gedeelte van het bouwland gebraakt werd. Ziedaar dan het eerste en eenvoudigste *landbouwstelsel*, dat zich langer dan eenig ander in vele streken heeft staande gehouden. De Romeinen, die dit stelsel invoerden, hadden daarbij het doel, eene groote hoeveelheid graan op eenvoudige wijze te verkrijgen. Het braakjaar diende voornamelijk, om de vastheid van den grond en het woekeren van onkruiden, door de teelt van de granen veroorzaakt, weg te nemen: reeds in een vroeger hoofdstuk is deze eigenschap der granen ten sprake gebragt, en werd aangetoond, hoe de geringe beschaduwing van den bodem door deze planten en haar losse stand de uitdrooging van den grond en de verspreiding van onkruidplanten bevordert. *Losmaken*, *schoonhouden* en *mesten*, dat was het, wat men met het braken bedoelde, geenszins dacht men hierbij, dat de grond zoude behoeven uit te rusten,

alsof hij door het voortbrengen der planten afgemat ware. Immers bebouwden dezelfde Romeinen, die elders het braakstelsel invoerden, de akkers in hunne eigen vaderland onafgebroken voort, en was hun landbouw aan een tuinbouw gelijk, waar granen, peulvruchten en voederplanten onderling aanhoudend afwisselden.

In de gewesten, waar het braakstelsel was ingevoerd, beproefde men, naarmate de bevolking toenam en de behoefte naar voedsel grooter werd, het braakjaar geheel of gedeeltelijk te vervangen door de teelt van een gewas, dat de noodzakelijke zuivering van den grond toeliet, en de erwten, boonen, wikken enz. waren de eerste hiertoe gebezigde planten. Maar men bespeurde weldra, dat een nieuw toevoegsel van mest voor de teelt van dergelijke gewassen in het braakjaar onontbeerlijk was, en eene vergrooting van de hoeveelheid weiland was hierbij een eerst vereischte. Niettemin won de teelt van peulvruchten in het braakjaar meer en meer veld, en slechts de bevooroordeelden bleven bij de zuivere braak, omdat zij een rusttijd voor het bouwland noodzakelijk rekenden; wel werden zij van het braken om de drie jaren afgebragt, maar zij meenden toch, dat, behalve voor het schoonhouden van den akker, eene braak om de zes à negen jaren voor de herstelling van de vruchtbaarheid van den bodem onmisbaar was. En toch zagen deze den tuingrond voortdurend zijne voortbrengselen leveren, rusteloos als de lieve zonne, die niet moede wordt, dagelijks de aarde te verwarmen en al wat leeft te verkwikken.

Een nieuwe levensbron werd er voor den landbouw geopend, toen men de eigenschappen van *de klaver* als grondverbeterend gewas leerde kennen. De digte stand van deze plant, waardoor zij het onkruid verdringt, haar krachtige wortels, die den grond losmaken en het indringen van lucht en regenwater daarin bevorderen, haar breede bladeren, die den grond vochtig houden en veel voedsel uit den dampkring putten; al deze voordeelen maakten haar bij uitstek geschikt om in het braakjaar verbouwd te worden. Men bespeurde, dat de bodem onder haar beschuttend loof veel meer voedsel uit den dampkring verkreeg, dat de frischheid en kracht van den grond door haar veel meer bevorderd en in stand gehouden werd, dan wanneer de akker onbebouwd bleef liggen en zijne vruchtbare bestanddeelen in het braakjaar gedeeltelijk door vervlugtiging te loor gingen. Want het blijft bij het braken steeds twijfelachtig, of de grond wel meer door het losmaken, door het indringen van lucht en regenwater wint, dan hij door het bloot liggen en uitdroogen

verliest; het braken bevordert wel het oplosbaar worden van bestanddeelen des bodems, maar dit kan onder de beschutting van het klaverloof nog beter plaats grijpen, en wanneer men dan de laatste klaversnede onderploegt, verkrijgt men daarenboven eene niet onaanzienlijke groene bemesting.

De klaverteelt in het braakjaar werd dan ook op vele plaatsen ingevoerd, en wel dermate, dat het klaverzaad tusschen het graan van het voorgaande jaar werd gezaaid, zoodat de jonge plantjes, zich tusschen het graan ontwikkelende, het onkruid verdrongen en in het volgende jaar rijke oogsten opleverden. Met de klaverteelt ging eene vermeerdering van het bouwland en eene vermindering van de hoeveelheid weiland gepaard, zoowel door het meerdere veevoeder, dat men verkreeg, als door de bemesting, die het onderploegen der laatste klaversnede aanbragt. Vele landbouwers zochten hun eenigen steun en troost in de klaver, toen men echter de treurige ondervinding verkreeg, dat de klaver niet alle drie jaren op denzelfden akker terug kon keeren, wilde men niet groot gevaar loopen haar te zien mislukken. Men veranderde hierop dan het bouwstelsel, en voerde eene vruchtopvolging in, waarin de granen door klaver, door peulvruchten of door wortelplanten, zooals aardappelen, mangelwortelen enz. werden afgewisseld, en de klaver eerst na vier, vijf of meer jaren op denzelfden akker terug keerde. Hoewel de wortelplanten meer mest vereischen en minder voedsel uit de lucht aanbrengen dan de klaver, zoo oefenen zij in afwisseling met deze en de granen toch ook een heilzamen invloed uit, omdat zij veel veevoeder aanbrengen en bij hare bebouwing en inoogsting krachtig tot het losmaken, omwerken en zuiveren van den bouwgrond medewerken. Wij mogen veilig beweren, dat zoowel doòr de teelt van klaver en groen voeder als door die van wortelplanten in afwisseling met de granen eene groote schrede tot verbetering in den landbouw is gedaan: de voor weiland benoodigde grond is er merkelijk kleiner door geworden, het bouwland is verbeterd, de veestapel vergroot en het overgebleven weiland door meerderen mest in gunstiger staat gebragt. In landen zooals België, waar men het vee ook in den zomer grootendeels met de producten van het bouwland op stal voedert, geeft de hoeveelheid mest, die men verkrijgt, gelegenheid tot zulke rijke oogsten, dat het kleine, door $1\frac{1}{2}$ millioen menschen bewoonde Vlaanderen zijne bevolking grootendeels van den landbouw kan onderhouden. Niet de helft van deze bevolking zoude met het braaksteksel tegen den hongerdood beveiligd zijn.

Eene afwisseling van granen, peulvruchten, wortel- en groenvoeder-gewassen is dus voor de verbetering van den bouwgrond en voor de inrigting van het geheele landbouwbedrijf proefondervindelijk goed bevonden, en hoeveel honderden verschillende landbouwstelsels er ook naar de veelvuldige verscheidenheid van omstandigheden mogen aangenomen zijn, zoo berusten zij toch bijna alle op zoodanige afwisseling. Niet, dat wij zouden beweren, dat zoodanige afwisseling, of zelfs eenig geregeld landbouwstelsel in alle omstandigheden verkieslijk ware. Een landbouwer, die kapitaal en gelegenheid bezit, om zich mest en handenarbeid naar willekeur aan te schaffen, behoeft slechts te vragen, welke plant hem de gedane onkosten het best vergoeden zal; met mest en handenarbeid kan men zoo niet alles, toch veel van den bouwgrond vergen. Kan men ook niet alle jaren op denzelfden akker vlas bouwen, zoo kan men toch met veel mest de eene uitputtende plant op de andere laten volgen, en ofschoon de tabak tot de uitputtende planten behoort, bouwt men hem in vele oorden van ons vaderland met sterke bemesting toch jaar in jaar uit op hetzelfde veld.

Sommige streken in Zuid-Amerika zijn zoo vruchtbaar, dat de tarwe er sedert twee eeuwen onafgebroken op hetzelfde veld verbouwd wordt, en de krachtige groei der plant het onkruid van zelf verdringt. Aardappelen, maïs, suikerriet groeijen aldaar eveneens het eene jaar voor, het andere na, zonder dat de grond in vruchtbaarheid schijnt af te nemen. De Groningers kennen de knipklei, die in vele Dollard-polders jaren achtereen allerlei zware gewassen zonder eenigen mest kan dragen. Maar tegenover deze voorbeelden van sterk gemeste culturen of van oogsten uit rijk gezegende gewesten staan de nooit genoeg bijgebragte schrikwekkende voorbeelden uit Noord-Amerika, waar de vruchtbaarste landen door eene hebzuchtige en onverstandige bebouwing in woestenijen herschapen zijn. De vele gelukzoekers, die zich aldaar op den rijken woudgrond neêrzetteden, en hem als eene goudmijn uitputteden, jaren achtereen hooiden zonder mesten of bewateren, tabak, suikerriet, graan zonder afwisseling of mest verbouwden, — zij hebben het zoover gebragt, dat de opbrengst aan tarwe in de meeste gewesten op een vierde van de vroegere is gebragt, gelijk onzen lezers reeds in het 11e hoofdstuk (blz. 224) is medegedeeld.

Genoeg dan zijn deze voorbeelden om aan te toonen, dat een verstandig overleg, een vaste regel in den landbouw van algemeen en groot belang zijn. Ieder landbouwer, die, beperkt in zijn kapitaal

en in de gelegenheid om zich mest aan te schaffen, zijn grond en zijn bedrijf in goeden staat wenscht te houden, zal in de keuze van eene doelmatige en geregelde opvolging van gewassen den besten steun vinden. Daarom willen wij thans tot eene nadere overweging van de oorzaken overgaan, die eene afwisselende cultuur van planten van onderscheiden aard nuttig en noodzakelijk maken. Wij zullen ons niet lang met alle meeningen bezig houden, die over dit onderwerp zijn geopperd. Wanneer de granen, steeds op hetzelfde veld gebouwd, mislukken, wanneer vlas slechts na vele jaren op denzelfden akker kan terugkeeren, wanneer klaver en andere planten hetzelfde verschijnsel vertoonen, zoo hebben sommigen dit daardoor willen verklaren, dat de wortels dezer planten zekere stoffen zouden afscheiden, die voor de planten van dezelfde soort schadelijk zijn, even als voor het dier zijn eigen afscheidingen en uitwasemingen nadeelig werken. Of wel, men heeft zich voorgesteld, dat de wortels van sommige planten met omkorstingen van kalk, ijzer en dergelijke zouden bedekt worden, die voor planten van hetzelfde soort nadeelig zijn, en door een nieuw gewas zouden moeten ontleed worden. Is er in deze meeningen welligt eenige waarschijnlijkheid, zoo zijn zij in elk geval vrij gewaagd; slechts twee hoofdoorzaken zijn, nevens het schoonhouden van den akker, als zekere gronden voor de vruchtwisseling aan te nemen.

1°. De verschillende planten verhouden zich ongelijk tegenover de bestanddeelen des *dampkrings*. Terwijl de eene plant hare *brandbare* bestanddeelen hoofdzakelijk uit de lucht ontleent, zoo neemt de andere plant die hoofdzakelijk uit den grond, de eene plant verrijkt den grond dus door haar afval, zonder hem uit te putten, terwijl de andere plant de brandbare stoffen uit den bodem wegneemt.

2°. De verschillende planten verhouden zich ongelijk tegenover de *onbrandbare* bestanddeelen of *zouten* van den bodem. De eene neemt meer van de eene soort van zouten, de andere meer van eene andere. De eene plant neemt het voedsel gemakkelijker uit den grond dan de andere, en deze verschillen worden nog gewijzigd door de lengte der plantenwortels, waardoor nu eens de bovengrond, dan weder de ondergrond wordt uitgeput.

Wij beschouwen dan vooreerst ons eerste punt

De verschillende planten verhouden zich ongelijk tegenover de bestanddeelen des dampkrings.

Het is onzen lezers reeds uit voorgaande hoofdstukken bekend, dat dat gedeelte der planten, wat bij hare verbranding in de lucht verdwijnt, gedeeltelijk uit den dampkring door haar is opgenomen, maar ook gedeeltelijk uit den grond en den mest afkomstig is; namelijk de koolstof, waterstof en zuurstof der planten hebben zij grootendeels door hare bladeren uit het koolzuur en het water des dampkrings geput, maar ook de humus, die bij zijne ontleding in koolzuur en water overgaat, of misschien ook onontleed in de planten binnendringt, biedt deze stoffen aan de wortels der planten aan, en het koolzuur, dat met het regenwater den bouwgrond binnendringt, vermeerdert de voeding van de planten door den wortel. Zoo is er van alle zijden ruime gelegenheid geschonken, om de gewassen van deze stoffen te voorzien.

Anders is het met de *stikstof* gelegen. De stikstof, zooals zij in ongebonden toestand als hoofdbestanddeel des dampkrings voorkomt, kan niet of zeer moeijelijk door de meeste planten worden opgenomen; althans kunnen geene graansoorten, geene wortelplanten wel gedijën, tenzij men haar eene hoeveelheid stikstof in gebonden staat, als ammoniak of salpeterzuur in den mest aanbiedt, terwijl er met het regenwater slechts eene kleine hoeveelheid ammoniak uit den dampkring aan de wortels der planten wordt aangebragt. Om nu nader te leeren kennen, hoeveel stikstof de planten uit mest en lucht kunnen ontleenen, en hoeveel van de drie andere bestanddeelen zij daaruit puttten, heeft men op de landhoeve Bechelbronn in den Elsass in Frankrijk naauwkeurig onderzocht, hoeveel daarvan in den mest, en hoeveel er in de verschillende oogsten voorkwam. De beroemde Franschman,[1]) die met even groote kennis der natuur als ervarenheid in den landbouw toegerust, zich aan dat onderzoek toewijdde, vergeleek daarbij verschillende landbouwstelsels, die wij hiernevens hebben opgeteekend. Slaan wij vooreerst het oog op de vruchtwisseling van Bechelbronn, waarin nog twee onderafdeelingen, A en B onderscheiden zijn. Het is een vijfjarig stelsel, dat aldaar sints eene reeks van jaren gevolgd is; even als in het driejarig stelsel de akkers in drieën gedeeld zijn, zoo zijn zij in het vijfjarig stelsel in vijf gedeelten verdeeld, zoodat men telken

---

[1]) Boussingault.

jare al de producten te gelijk verkrijgt, die op ieder afzonderlijken akker elkander jaarlijks afwisselen.

Vruchtwisseling van Bechelbronn.

	A.	B.
1e jaar aardappelen....	12800 ℔	
(of mangelwortels...	....	26000 ℔
2e jaar tarwe 17 mud	1343 »	
(of 15 mud..	....	1185 »
stroo........ ...	3052 »	
(of.........	....	2693 »
3e jaar klaver........	5100 »	idem.
4e jaar tarwe 21 mud.	1659 »	»
stroo.........	3770 »	»
knollen.......	9550 »	»
5e jaar haver 32 mud.	1344 »	»
stroo.........	1800 »	»
Vijfjarige oogst.......	40418 ℔	53101 ℔
Stalmest............	49086 »	idem.

C. Hiernevens voortgezette cultuur van	
de aardpeer..........	26440 ℔
stengels..........	14100 »
Jaarl. oogst.........	40540 ℔
Jaarl. mest..........	22725 »

Vruchtwisseling van Hohenheim.

	D.
1e jaar aardappelen....	12800 ℔
2e jaar tarwe 17 mud.	1343 »
stroo	3052 »
3e jaar klaver........	5100 »
4e jaar tarwe 21 mud..	1659 »
stroo	3770 »
knollen.......	9550 »
5e jaar erwten 14 mud.	1092 »
stroo	2790 »
6e jaar rogge 23 mud.	1679 »
stroo	3731 »
Zesjarige oogst	46566 ℔

Braakstelsel E.

1e jaar braak	
2e en 3e jaar tarwe 42 mud...	3318 ℔
stroo...........	7500 »
Driejarige oogst..............	10818 ℔
Stalmest....................	20000 »

Vierjarig stelsel F.

1e jaar aardapp. ½ bund.	10000 ℔
mangelwortels ½ »	20000 »
2e en 4e jr. tarwe 46 mud.	3634 »
stroo........	8000 »
3e jaar klaver, drie sneden	8000 »
Vierjarige oogst.......	49634 ℔
Stalmest............	44000 »

G. Hierna Lucernbouw.	
1—5e jaar drooge Lucern	44020 ℔
6e jaar 20 mud tarwe.	1580 »
stroo.........	3976 »
Zesjarige oogst	49576 ℔
Stalmest	44000 »

Op de aardappelen, die ook door mangelwortelen worden vervangen en eene zware bemesting verkrijgen, volgt steeds in het tweede jaar de wintertarwe, die, al naar gelang er aardappelen of mangelwortelen zijn voorafgegaan, een' opbrengst van 17 of 15 mud per bunder levert. De klaver, in het voorjaar van het tweede jaar tusschen de tarwe gezaaid, levert in het derde jaar twee sneden, terwijl de derde snede wordt ondergeploegd en met de turfasch, die nog dikwijls over de klavers wordt uitgestrooid, eene bemesting

voor de wintertarwe van het vierde jaar te weeg brengt, die eene opbrengst van 21 mud per bunder ten gevolge heeft. In den nazomer van 't vierde jaar gebruikt men den akker voor een naoogst van knollen, en na de haver van het vijfde jaar keeren de aardappelen of mangelwortelen met de zware bemesting terug. — De middelbare opbrengst dezer planten per bunder, in Ned. ponden uitgedrukt, hebben wij in kolom A en B opgeteekend. De kolom C toont ons de jaarlijksche opbrengst en bemesting van de aardpeer per bunder; deze vrucht wordt op Bechelbronn steeds op hetzelde veld als veevoeder verbouwd. De kolom D. bevat de vruchtwisseling van Hohenheim, de grootste praktische landbouwkundige model- en oefeningsplaats van Duitschland; — zij komt met de vijfjarige vruchtwisseling voor de vier eerste jaren overeen; de erwten van het vijfde jaar, die eene extrabemesting ontvangen, en de rogge van het zesde jaar onderscheiden haar van den vijfjarigen omloop. De kolom E. levert ons de uitkomsten van het driejarige braakstelsel, terwijl kolom F. een vierjarig stelsel bevat, dat in de volgorde der planten met de vier eerste jaren van den vijfjarigen omloop overeenkomt. Maar de bemesting is, per jaar berekend, iets grooter, en de opbrengst van wortelplanten, tarwe en klaver is nog veel aanzienlijker. Dit is voornamelijk daaraan toe te schrijven, dat, na den vierjarigen vruchtsomloop, elke akker vijf jaren lang lucerne (of zaairupsklaver) draagt, welke plant, goed gemest, den akker zoodanig verbetert, dat er behalve de oogst van tarwe die daarop volgt, nog een overschot van voedsel voor den nu weder volgenden vierjarigen omloop overblijft. Het is dus eigenlijk een tienjarige vruchtsomloop, waarbij de akker gedurende de helft van den tijd als lucernveld liggen blijft.

Wij deelen deze bouwstelsels mede, om daaruit de natuurkundige grondslagen van de vruchtwisseling af te leiden, niet om het een of ander stelsel voor onze landstreken aan te bevelen; het hangt toch te veel van grond, klimaat en plaatselijke omstandigheden af, welk stelsel men kiezen zal, om daarvoor, in zoo klein bestek als het onze, bijzondere raadgevingen aan de hand te doen; wanneer de natuurkundige grondbeginselen zijn aangegeven, moet de praktijk over de bijzondere gevallen beslissen.

Gaan wij dan over tot de zamenstelling van de planten en den mest, die in deze verschillende stelsels voorkomen. Wij hebben in de hier nevensgaande tabel in de eerste kolom de verschillende verhoudingen medegedeeld, die er tusschen het loof en de wortels en knollen der planten, tusschen het zaad, het stroo en den stoppel

der granen gevonden zijn, en tevens aangegeven, hoeveel de hierbij onderzochte granen en erwten per mud wogen. In de tweede kolom is opgeteekend, hoeveel drooge stof er in 1000 Ned. ponden van den mest en van de planten in natuurlijken toestand voorkomt. Daarbij zijn de planten door kunstmatige warmte van al hare vochtdeelen bevrijd, zoodat het stroo der granen, de tot hooi gedroogde klaver en hare wortels nog eene aanzienlijke vermindering in gewigt hebben ondergaan. De planten, die daarbij het slechtste zijn te pas gekomen, zijn de knollen en mangelwortels, die tot $\frac{1}{13}$ en $\frac{1}{8}$ van haar gewigt zijn ingekrompen.

Zamenstelling van eenige landbouwplanten.

	Verschillende verhoudingen.	In 1000 ℔ der plant *drooge stof.*	In 1000 ℔ van de drooge stof. *stikstof.*	*asch.*
Stalmest...........	à 1818 ℔ op de vierspannige kar..	207 ℔	20 ℔	322 ℔ 2)
Aardappelen.........	100 ℔ loof op 432 ℔ aardappels.	241 "	15 "	40 ℔
" loof, groen.....		239 "	23 "	173 "
Mangelwortelen.....	100 ℔ loof op 142,5 ℔ wortels..	122 "	17 "	63 "
" loof, groen.....		111,4 "	45 "	215 "
Knollen............		75 "	17 "	76 "
Aardpeer...........	100 ℔ steng. op 187 ℔ aardpeer.	208 "	16 "	60 "
" stengels, droog.		871 "	4 "	28 "
Tarwe.............	à 79 ℔ het mud............	855 "	23 "	24 "
" stroo.........	100 ℔ stroo op 44 ℔ tarwe....	740 "	4 "	70 "
" stoppel.......	100 ℔ stop. op 167,4 ℔ tarwe..	740 "	4 "	70 "
Rogge.............	à 73 ℔ het mud............	834 "	17 "	23 "
" stroo.........	100 ℔ stroo op 45 ℔ rogge...	813 "	3 "	36 "
Haver.............	à 42 ℔ het mud............	792 "	22 "	40 "
" stroo.........	100 ℔ stroo op 75 ℔ haver....	713 "	4 "	51 "
" stoppel.......	100 ℔ stopp. op 222,6 ℔ haver..	713 "	4 "	51 "
Lucerne............			23½ 1)	
Roode klaver (hooi)..		790 "	21 ℔	77 "
" " wortels (droog)	100 ℔ wortels op 125 ℔ klaver.	773 "	18 "	126 "
Erwten............	à 78 ℔ het mud............	914 "	42 "	31 "
" stroo.........	100 ℔ stroo op 89,14 ℔ erwten.	882 "	23 "	113 "

1) Hierin waarschijnlijk ongeveer 160 ℔ zand.
2) In 1000 ℔ van de luchtdrooge plant.

In de derde en vierde kolom is nu opgeteekend, hoeveel stikstof en onverbrandbare stof (asch) en in 1000 Ned. ponden van de geheel drooge plant voorhanden is, en met deze opgaven is de landbouwer in staat, door eenige regels van drieën de zamenstelling van zijn oogst en mest te vinden, [1]) zooal wij in de volgende tafel die hebben opgeteekend.

In deze tafel zien wij vooreerst, in het bovenste gedeelte, met groote cijfers aangegeven, wat er in den vijfjarigen vruchtsomloop door de verschillende ingeoogste planten van een bunder

1) Laat ons als voorbeeld van zulk eene berekening de tarwe nemen, die in het tweede en vierde jaar van de vruchtwisseling van Bechelbronn (pag. 323, kolom A) is ingeoogst geworden. Na de aardappelen oogst men in het tweede jaar 17 mud, na de klaver in het vierde jaar 21 mud, dus te zamen 38 mud.

38 mud tarwe, à 79 ℔ het mud, weegt 3002 ℔. Nu bevat 1000 ℔ tarwe 855 ℔ drooge stof, dus vinden wij de drooge stof, in 3002 ℔ tarwe vervat, door den volgenden regel van drieën:

$$1000 : 3002 = 855 : x$$

waaruit wij $x = 2566$ ℔ drooge stof in 38 mud tarwe verkrijgen.

Wij zien nu uit de derde kolom van onze tabel, dat in 1000 ℔ van deze drooge stof 23 ℔ stikstof voorkomen; in 2566 ℔ drooge stof zal dus voorkomen:

$$1000 : 23 = 2566 : x$$

$x = 59$ ℔ stikstof.

Evenzoo vinden wij aldaar in de vierde kolom op 1000 ℔ drooge stof van de tarwe 24 ℔ asch aangegeven; in 2566 ℔ drooge stof zal dus voorkomen.:

$$1000 : 24 = 2566 : x$$

$x = 61\frac{1}{2}$ ℔ asch.

Trekken wij nu deze 61½ pond asch van de geheele hoeveelheid drooge stof (2566 ℔) af, zoo houden wij het brandbare gedeelte daarin over, nl. 2505 ℔, waaronder ook de boven afzonderlijk berekende stikstof begrepen is.

Wij kunnen verder ook berekenen, hoeveel stroo er met de 38 mud tarwe wordt ingeoogst en hoeveel aan stoppels daarbij in den grond wordt teruggelaten. Op 44 ℔ tarwe wordt eene hoeveelheid van 100 ℔ stroo ingeoogst, dus op 3002 ℔ tarwe vinden wij:

$$44 : 3002 = 100 : x$$

$x = 6822$ ℔ stroo.

Eindelijk blijft op 167,4 ℔ tarwe een hoeveelheid van 100 ℔ aan stoppels in den grond achter: dus op 3002 ℔ tarwe vinden wij,

$$167,4 : 3002 = 100 : x$$

$x = 1793$ ℔ stoppels.

De hoeveel stroo en stoppels kennende, konden wij daaruit wederom berekenen, hoeveel drooge stof, stikstof, asch en brandbare stof daarin voorhanden is, maar wij zullen deze en andere cijferingen aan den rekenlustigen lezer overlaten.

land is weggenomen. Deze getallen zaamgeteld, leveren ons de bestanddeelen van den oogst over vijf jaren, en daaronder is de zamenstelling van den mest medegedeeld, die in dat tijdsverloop aan den grond is toegediend. Deze mest wordt in dien tijd door de planten verbruikt, want er blijft aan het einde der vijf jaren geene vruchtbaarheid in den grond achter, die in staat ware zonder nieuwen mest verdere oogsten te leveren.

REKENING VAN OOGST EN MEST OP EEN BUNDER BOUWLAND.

Planten van den vijfjarigen vruchtsomloop.

	Opbrengst.	*Drooge stof.*	*Brandbaar.*	*Asch.*	*Stikstof.*
1 Aardappelen	12800 ℔	3085 ℔	2961 ℔	123,4 ℔	46,2 ℔
(Ondergeploegd loof	(2963 ℔)	(707)	(585)	(122,3)	(16,3)
2 en 4. { Tarwe 38 mud	3002	2566	2505	61,5	59,0
Stroo	6822	5048	4695	353,4	20,2
(Ondergeploegde stoppels)	(1793)	(1326)	(1283)	(92,8)	(5,3)
3. Klaver	5100	4029	3719	310,2	84,6
(Ondergeploegde wortel	(4080)	(3156)	(2758)	(397,6)	(56,8)
(3e snee, ondergeploegd)	niet berekend				
4. Knollen	9550	716	662	54,4	12,2
5. Haver 32 mud	1344	1064	1022	42,6	23,3
Stroo	1800	1283	1218	65,4	5,1
(Ondergeploegde stoppels)	(604)	(431)	(409)	(22,0)	(1,7)
Geheele oogst	40418	17791	16782	1010,9	250,7
(Ondergeploegd)	(9440)	(5620)	(4985)	(634,7)	(80,1)
Stalmest 27 kar	49086	10161	6889	1671,9	203,2
				en 1600 zand	
Uit de lucht genomen			9893		47,5
Opname per jaar			1978		9,5
In den grond gebleven				661,0	

benevens 1600 ℔ zand en 5000 ℔ turfasch.

Planten, in andere bouwstelsels voorkomende.

	℔	℔	℔	℔	℔
Lucerne (droog) v. 5 jaar.	44020	....	....	....	1085,0
Mangelwortelen	26000	3172	2972	200,0	58,9
(Ondergeploegd loof)	(18246)	(2033)	(1596)	(457,1)	(91,5)
Erwten 14 mud	1092	1000	969	31,0	42,0
Erwtenstroo	2790	2461	2183	278,1	56,6
Rogge 23 mud	1679	1394	1362	32,1	23,7
Roggestroo	3731	3033	2924	109,2	9,1
Aardpeer	26440	5500	5170	330,0	88,0
Aardpeerstengels	14100	12281	11937	343,9	49,1

Wat zien wij nu? terwijl de asch van den mest dien van den oogst verre overtreft, en dus de bodem eene verrijking aan onbrandbare stoffen verkrijgt, zoo bespeuren wij, dat de brandbare stof in 't algemeen en ook de stikstof, die in den mest voorkomt, niet in staat is, om de bestanddeelen van den oogst te leveren. Daar nu dit landbouwstelsel te Bechelbronn gedurende eene lange reeks van jaren met dezelfde uitkomsten bestaat, zoo blijkt het, dat de *bodem* het overschot aan deze stoffen niet levert, want dan zoude hij spoedig uitgeput zijn. Het is de *lucht*, die deze stoffen aanbrengt, en het is vooral de *klaver*, die deze stoffen en vooral stikstof in ruime mate daaruit opneemt. Rigten wij, om dit nader te onderzoeken, onzen blik ook op de kleine, tusschen haakjes geplaatste cijfers, die de na elken oogst ondergeploegde plantendeelen en hare zamenstelling aanduiden.

Deze stoffen, die als groene mest later weder voor de volgende planten te pas komen, kunnen wij bij de berekening van oogst en mest buiten sluiten, daar zij zoowel bij de oogst als bij den mest zouden behooren opgeteld te worden. Maar willen wij nagaan, wat eene enkele plant, zooals de klaver, aan bestanddeelen opneemt, zoo komen hare wortels wel degelijk in aanmerking. Wij zien namelijk, dat de geoogste klaver met haar teruggebleven wortel 6477 Ned. pond brandbare stof, en daarin 141,4 Ned. pond stikstof bevat. Hierbij is de derde ondergeploegde snede met haar wortel nog buiten rekening gelaten, en nemen wij deze snede ook al iets zwakker, dan de beide voorgaande aan, zoo kunnen wij voor de gezamenlijke klaverplanten toch veilig 9000 Ned. pond brandbare stof en daarin 180 Ned. pond stikstof rekenen. De klaveroogst alleen bevat dus veel meer brandbare stoffen en bijna even veel stikstof als er in den gezamelijken mest voor den vijfjarigen vruchtsomloop voorkomt; en nogthans volgt hij op de aardappelen en tarwe, die reeds vrij wat uit den grond genomen hebben, toch uitmuntend, en laat voedsel voor een rijken tarweoogst van 21 mud per bunder (zie pag. 323) achter, een voedsel, dat zeker niet alleen door de klaverwortels wordt verstrekt, daar deze veel tijd vereischen, om in den grond ontleed te worden en welligt eerst op den haver werken kunnen. Genoeg, de klaver vertoont zich hier ten volle als eene plant, die weinig uit den bodem put en veel uit de lucht opneemt.

Vragen wij nu, hoe zich de wortelplanten, b. v. mangelwortels, tegenover het voedsel der lucht vertoonen, dan herinneren wij ons vooraf (uit het pag. 323 medegedeelde) dat, wanneer de mangelwortels

te Bechelbronn in plaats van aardappelen in den vruchtsomloop worden ingewoerd, de volgende tarweoogst in stede van 17 mud slechts 15 mud oplevert. Zien wij nu op het onderste gedeelte van nevensgaande tafel, zoo vinden wij in den oogst aan mangelwortels 53,9 Ned. pond stikstof, en in het ondergeploegde loof 91,5 Ned. pond, zoodat de gezamelijke hoeveelheid stikstof 145,4 Ned. pond bedraagt; dat is drie vierde van al wat met den mest aan stikstof op het land gebragt is. Dat deze stoffen *gedeeltelijk* uit den grond schijnen genomen te zijn, mogen wij met waarschijnlijkheid uit de mindere opbrengst van den volgenden tarweoogst opmaken. De aardappel, die slechts 52,6 Ned. pond stikstof opneemt, vertoont zich daarom gunstiger jegens het volgende gewas. Daar evenwel het loof der mangelwortelen in den loop der volgende jaren weder als groene bemesting zijn diensten verrigt, zijn de oogsten van latere jaren even rijk als na de aardappelen, en de mangelwortel put toch *zooveel* uit de lucht, dat hij zich in het geheele stelstel voordeeliger dan de aardappelen vertoont.

Om namelijk de voordeelen van het stelsel van Bechelbronn juist te beoordeelen, willen wij berekenen, hoeveel aan brandbare stof en aan stikstof in 't bijzonder jaarlijks op elken bunder daarbij uit de lucht wordt opgenomen. In de vijf jaren is de winst aan brandbare stof, gelijk onze voorgaande tafel aanwijst, 9893 Ned. pond per bunder, en de winst aan stikstof 47,5 Ned. pond. Deelen wij deze getallen door vijf, dan vinden wij, dat jaarlijks daarbij 1978 brandbare stof en 9,5 Ned. pond stikstof per bunder wordt overgewonnen.

Wanneer wij nu eene dergelijke berekening voor de overige, op pag. 323 vermelde, met de letters B, C, D, E, F en G gemerkte landbouwstelsels volbrengen, wanneer wij eerst de bestanddeelen van de verschillende oogsten berekenen (zooals wij in onze voorgaande tabel, onderaan, deze hebben opgeteekend), deze zamentellen, en de uitkomsten even als de aangebragte mest deelen door het aantal jaren, dat voor de vruchtopvolging in beslag wordt genomen, — dan vinden wij, hoeveel brandbare stof, stikstof en asch jaarlijks per bunder geoogst en gemest wordt, hoeveel er dus jaarlijks uit de lucht wordt opgenomen en aan asch in den grond terug blijft.

De uitkomsten dezer berekeningen, die onze lezers met behulp der op pag. 323 en pag. 327 voorkomende tabellen ligtelijk kunnen volbrengen, deelen wij hier mede.

Middelbare jaarlijksche Opbrengst per bunder.

	Stelsels van Bechelbronn.			*Hohenheim.*	*Braak.*	*Vierjarig.*	
	A.	**B.**	**C.** Aardpeer.	**D.**	**E.**	**F.**	**G.** Lucern.
Brandbare stof.							
Mest	3356	3283	17107	3663	2643	4696	
Oogst	1378	1378	3192	1378	936	1544	
Uit de lucht genomen.	1978	1905	13915	2285	1707	3152	
Stikstof.							
Oogst	50	50½	137	59	29	76	180
Mest	40½	40½	94	40½	27½	45½	30
Uit de lucht genomen.	9½	10	43	18½	1½	30½	150
Asch.							
Oogst	202	213	674	225	152	303	
Mest	654	654	1515	654	444	733	
In den grond gebleven.	452	441	841	429	292	430	

Wij zien uit het hier gegevene overzigt, dat de vijfjarige vruchtsomloop met den mangelwortel (B) minder opbrengst aan brandbare stof in 't geheel, maar meer winst aan stikstof verschaft dan dezelfde vruchtsomloop met den aardappel (A). Wij zien, dat beide stelsels oneindig voordeeliger in dien opzigte zijn dan het braakstelsel (E), waar bijna geen stikstof uit de lucht wordt overgewonnen. Daarentegen worden deze stelsels in opname van brandbare stof en stikstof uit den dampkring verre overtroffen door het zesjarige (van Hohenheim) (D), het vierjarige (F) en de cultuur van lucern (G) en aardpeer (C). In het zesjarige stelsel zijn het de in het vijfde jaar geteelde erwten, die veel voedsel uit de lucht opnemen; in het vierjarige stelsel brengt eene eenigzins sterkere bemesting een grootere opname van stoffen, ook uit den dampkring, te weeg, terwijl de aardpeer, en vooral de lucern door de lommerrijke geaardheid der plant een overwinst aan stikstof, enz. te weeg brengen, die wij met die van de klaverteelt kunnen vergelijken.

Wat nu de brandbare stof in haar geheel aangaat, voor hare opname is bij geen enkele plant bezwaar; koolzuur en water worden aan elke plant, aan elken bouwgrond in overvloed door lucht en regen verstrekt, en het is voornamelijk slechts de verrijking aan

stikstof des dampkrings, door de *loofrijke* planten bewerkt, die wij nader in overweging wenschen te nemen. Wij zien uit bovenstaande opgaven, hoe veel zij tot de opname van die stikstof bijdragen, en wij moeten niet vergeten, dat deze opgaven de zaak nog slechts zoo klein mogelijk voorstellen. Wij vooronderstellen daarbij namelijk, dat alle stikstof van den mest door de planten wordt opgenomen, dat niets daarvan door verdamping verloren gaat, en hoe verre het hiervan af is, daarvan kan zich menig landbouwer overtuigen, wanneer hij den van den versch gemesten akker afkomstigen ammoniakreuk waarneemt. Er heeft dus eene aanmerkelijke opname van stikstof uit de lucht bij den groei der planten plaats; wij willen nagaan, onder welken vorm en onder welke omstandigheden deze opname tot stand komt.

Verhouding van planten en grond tot de stikstof des dampkrings.

Daar wij uit de zamenstelling van den mest weten, dat het de daarin voorhanden, verbinding van stikstof met waterstof, de ammoniak is, die dadelijk tot den groei der planten krachtig mede werkt, zoo willen wij vooreerst zoeken, hoeveel van die ammoniak wel door de lucht aan de planten kan toegevoerd worden. Want deze stof is, zooals het eerste hoofdstuk leert, ook in de lucht voorhanden, al is het dan ook in bijna onmerkbaar kleine hoeveelheden.

De regen, die vaak uit hooge oorden der lucht afkomstig is, en een langen weg door den dampkring aflegt, lost den daarin voorhanden ammoniak op, en het regenwater, vooral het eerst gevallene, heeft een merkbaar gehalte aan deze stof. In 1000 Ned. kan regenwater, op het land gevallen, vond men in den aanvang van den regen 3,11 wigtjes ammoniak, aan het einde van den regen 0,41 wigtjes. Gemiddeld mag men rekenen, dat een bunder land jaarlijks op deze wijze vijf Ned. ponden ammoniak uit de lucht verkrijgen kan. In groote steden, zooals in Parijs, waar zoo vele uitwasemingen van menschelijke en dierlijke stoffen voorhanden zijn, valt vrij wat meer ammoniak; men heeft gevonden, dat aldaar jaarlijks 13,79 Ned. pond ammoniak per bunder met de regen nedervalt; ook heeft men aldaar eene groote hoeveelheid van eene andere stikstofverbinding, het salpeterzuur, in het regenwater ontdekt, die jaarlijks 46,50 Ned. pond per bunder aan den grond zoude aanbieden. De stikstof, die in deze 13,75 Ned. pond ammoniak en 46,50 Ned. pond salpeterzuur voorkomt, bedraagt 23 Ned. pond, en wanneer alle oorden

der wereld zooveel bemesting uit de lucht ontvingen, zoude dit iets tot oplossing van het vraagstuk in de schaal kunnen leggen. Maar toch zijn wij daarmede nog niet veel gevorderd, wanneer wij bedenken, dat het lucerneveld jaarlijks 150 Ned. pond stikstof uit de lucht opneemt.

Zoude de dauw misschien nog meer ammoniak dan de regen aanbrengen? De dauw bevat werkelijk meer ammoniak dan het regenwater; men vond daarin tot 6,2 wigtjes in de 1000 Ned. kan. De fijne dauwdeeltjes, die uiterst langzaam door den dampkring omlaag dalen, hebben ruime gelegenheid om het in den dampkring aanwezige ammoniak op te nemen; hoe langer de waterdeeltjes in de lucht blijven zweven, des te rijker worden zij aan deze stof, en gedurende een digten, drie dagen aanhoudenden nevel vond men 49,71 wigtjes ammoniak in 1000 kan van het nedervallende water. Dauw en nevel mogen dus ook als voedende middelen voor de planten worden aangezien; zeker keert met den dauw veel van het bij dag vervlugtigde op den bodem terug, en hij, die zijn mest op den akker goed bewaart en dekt, ontvangt des nachts veel voedsel, dat zijne minder zorgvuldige naburen of de nabijgelegen steden ten zijnen voordeele in de lucht doen opstijgen.

Wat de sneeuw aangaat, haar nut bestaat minder in het aanbrengen van ammoniak, dan wel daarin, dat zij in haar beschuttend dekkleed den uit den bodem opstijgenden ammoniak opneemt en bij haar ontdooijen weder daaraan teruggeeft. Lang op den akker gebleven sneeuw heeft men zeer rijk aan ammoniak gevonden. Wanneer de bodem door losmaken, door een groot gehalte aan humus, en nog meer door onderaardsche buizen zoodanig is ingerigt, dat het regen- en sneeuwwater daarin doordringt, en niet daar over heen wegvloeit of aan de oppervlakte van den grond verdampt,— dan ontvangt hij, wij zullen het later bij het droogleggen nog nader uiteenzetten, op die wijze vrij van ammoniak, dat anders verloren zoude gaan.

De lucht zelve, die als wind in gestadige beweging verkeert, kan ook als eene bron van ammoniak vòor de planten worden aangezien; de bladeren der planten toch nemen het ammoniak even goed op als de wortels, en wanneer de bladeren steeds met nieuwe luchtdeelen in aanraking zijn, die de wind ons van verre oorden des dampkrings aanvoert, zoo kunnen zij wel eene merkbare hoeveelheid ammoniak daaruit opnemen, als is er betrekkelijk ook uiterst weinig van in de lucht aanwezig. In het zevende hoofdstuk, blz. [15] 143,

is medegedeeld, dat de boomen vijftigmaal meer koolzuur uit de lucht opnemen, dan door het regenwater in den grond en op de planten wordt aangebragt, hoewel ook deze stof slechts in kleine hoeveelheid in de lucht voorhanden is. Het is dus niet onmogelijk, dat ook van de ammoniak meer door de planten dadelijk uit de lucht word opgenomen, dan regen en dauw daarvan aanbrengen.

Hiervan kunnen vooral de bladrijke planten zooals klaver- en groenvoeder veel opnemen, door de groote oppervlakte, waarmede zij zich in de lucht uitbreiden; en zelfs het graan put in de eerste helft van zijn groei ook veel uit de lucht, daar het dan betrekkelijk meer bladeren heeft; eerst later, als de aren opschieten, als de werking in de bladeren vermindert, en de korrel moet gevormd worden, neemt het zijn stikstof hoofdzakelijk uit den bodem alleen. Daarom kan men het jonge graan, dat vóór den bloeitijd wordt afgemaaid, als eene grondverbeterende plant aanmerken, en wordt het in vele oorden aldus als veevoeder of groene mest verbouwd; — maar laat men den korrel toe, zich te vormen, dan wordt de grond uitgeput in stede van te verbeteren.

Behalve de ammoniak des dampkrings draagt welligt ook de daarin zoo rijkelijk voorkomende ongebonden stikstof (zie N°. 1 blz. 7) tot den groei der planten bij. In allen gevalle blijft de vrije stikstof voor de planten evenwel een moeijelijk opneembaar voedsel, en proeven hebben bewezen, dat zij maar zeer kommerlijk leven, wanneer hun geen stikstof in gebonden staat, als ammoniak of salpeterzuur, wordt aangeboden.

Tot de opname dan van deze beide zelfstandigheden, draagt ook de *bodem* in groote mate bij; wat er van ammoniak in den regen en den dauw omlaag valt, wat in de lucht langs den bodem heenstrijkt, dat kan door sommige bestanddeelen van den grond worden vastgelegd. Het is de zwarte grond, *de humus*, die den in den bodem indringende ammoniak bindt, terwijl hij zich als zuur met den ammoniak tot een zout verbindt. Zoo sterk is zijne neiging, om den ammoniak uit de lucht tot zich te trekken, dat men den humus, dien men op kunstmatige wijze bereidt, bijna niet vrij van deze stoffen bekomen kan. Alle verrotte plantendeelen bezitten deze eigenschap. Zoo dient het stroo en de andere plantaardige mest niet alleen om de ammoniak van den *mest* te binden, maar ook om al wat uit den *dampkring* van deze stof wordt aangebragt, terug te houden. Ook de klei oefent in dat opzigt een gunstigen invloed uit, zoowel door haar vermogen om den humus zelf terug te houden,

als door haar eigen zamenstelling en geaardheid; maar wat ***haar eigen*** werking betreft, zoo kan zij niet met die van den onschatbaren humus worden vergeleken. Want het is niet genoeg, dat de ***humus*** den ***ammoniak*** des dampkrings bindt en terughoudt, maar ***hij bereidt ook, uit de stikstof van den dampkring, den voor de planten zoo heilzamen ammoniak.*** Deze gewigtige waarheid is door de volgende proef ten duidelijkste aangetoond; — "zuivere humus, waarin "geen stikstof of ammoniak hoegenaamd voorkwam, werd in eene "met lucht gevulde gesloten flesch in vochtigen toestand zes maanden "lang bewaard; toen men de flesch opende, en potasch bij den humus "voegde, werd er eene overgroote hoeveelheid ammoniak ontwikkeld; "deze ammoniak was oneindig meer, dan het ondeeltje van deze "stof, dat in de lucht der flesch vroeger aanwezig was; zij was door "den humus uit de stikstof des dampkrings bereid." — Geen twijfel, of op den akker gebeurt hetzelfde, wat men in deze flesch heeft zien plaats grijpen, en de humus draagt in dier voege krachtig tot voeding der planten bij.

Deze waarheid, dat de humus de stikstof der lucht tot ammoniak doet overgaan, is eene zaak van zoo groot gewigt dat wij haar zoowel voor het regte begrip van wat er bij den plantengroei plaats grijpt als voor de toepassingen in de praktijk met den meesten nadruk onzen lezers moeten inprenten. Het is van het hoogste belang, te overwegen, hoe deze verrijking van den bodem aan ammoniak het best en in de ruimste mate tot stand kan komen.

Wij weten uit ondervinding, dat veel omwerken van den bouwgrond zijne vruchtbaarheid verhoogt; spraken wij straks veroordeelend over dezulken, die de braak als noodig voor de ***rust*** van het land aanzien, zoo moeten wij hier ter plaatse regt laten wedervaren aan hen, die de herhaalde *omwerking* van den grond in het braakjaar als eene bron van verrijking van den bodem beschouwen. Geen twijfel, of door het herhaaldelijk boven brengen van nieuwe gronddeelen geeft men aan den voorhanden humus ruime gelegenheid, om de stikstof der lucht tot ammoniak te verwerken. Ware in het door ons boven besprokene zuivere driejarige braakstelsel deze bron van verrijking niet voorhanden, dan zoude zijn einduitkomst zeker geen overwinst aan stikstof aanwijzen; want bij den groei der granen in onze gewesten hebben vele proeven bewezen, dat er doorgaans meer stikstof uit den mest verloren gaat, dan de plant daarvan en uit de lucht opneemt. — Het braken heeft daaromtrent vele voordeelen, mits de bodem dan ook herhaaldelijk worde omgeploegd, mits hij

ruim voorzien zij van humus en wij zouden zeker het braken als de grootste bron tot verrijking van onzen bodem kunnen aanzien, ware het niet, dat de teelt van een loofrijk gewas nog oneindig voordeeliger uitkomsten opleverde.

Want door de vochtigheid, die loofrijke, breed gewortelde planten in den bodem onderhouden, worden de werkingen in den grond zeer bevorderd, en moge bij de teelt van klaver, peulvruchten en allerlei groenvoeder en wortelgewassen de bodem ook al niet zoo vaak gekeerd worden als bij het braken, zoo wordt hij toch genoegzaam los en opengemaakt, om met de dampkringslucht in aanraking te komen, en de stikstof daaruit te verwerken; — daarenboven, de grootere hoeveelheid humus, die bij het onderploegen van wortels of bladeren daarbij ontstaat, bevordert de verwerking van voedsel uit de lucht niet weinig, en een blik op de groote overwinst aan stikstof, die door de loofrijke planten wordt aangebragt, zal ons genoegzaam overtuigen, dat het braakjaar zich in dien opzigte niet met de groenvoederteelt meten kan. De beschutting van den grond bij de verbouwing van voedergewassen belet de nuttelooze vervlugtiging en uitdrooging van den aangebragten mest. Ruime voeding der planten uit de lucht, ruime voorraad van in den grond terug blijvenden humus, ruime gelegenheid in den bodem om de stikstof van de lucht tot plantenvoedsel te verwerken, ziedaar de groote voordeelen, die deze teelt aanbrengt; en bedenken wij daarbij dat het veevoeder daardoor wordt vergroot, en de voor het weiland benoodigde ruimte wordt beperkt, dan mogen wij het veilig aan de beslissing van den lezer overlaten, of hij het braken, bij al de voordeelen, die het oplevert, nog zal verdeedigen en het niet zal beschouwen als een in sommige gevallen, op een sterk vervuilden akker, noodzakelijk kwaad, dat evenwel zoo weinig doenlijk moet ingevoerd worden.

Eene andere vraag, die mede zeer naauw met de verwerking van stikstof door den humus zamenhangt is deze, waarom sommige gronden, vooral in de warme landen, zoo onuitputtelijk rijk aan voortbrengselen zijn. Hiertoe behooren de door ons boven vermelde gronden van het warme Zuid-Amerika, die jaarlijks de heerlijkste oogsten van graan, suikerriet enz. opleveren, alle planten, die tot de uitputtende gewassen behooren.

De rijke plantengroei onder den warmen en vochtigen hemel dier landen veroorzaakt eene groote hoeveelheid humus in den bouwgrond, en onder den invloed van warmte en vocht verkeert deze humus in een toestand van levendige omzetting, waarbij hij veel voedsel uit de

lucht verwerken kan. Dit is nog niet alles. De groote hoeveelheid jaarlijksche regen en de sterke nachtelijke dauw voert daar groote hoeveelheden ammoniak uit den dampkring naar den bodem; en ook *salpeterzuur* uit den dampkring wordt aan den bodem daar in ruime hoeveelheid aangebragt. Dit zuur, eene verbinding van stikstof met zuurstof, wordt door het onweder uit de bestanddeelen van den dampkring gevormd; de bliksemstraal, die de lucht doorklieft, veroorzaakt eene verbinding van de zuurstof en stikstof des dampkrings tot salpeterzuur. Ook in onze gewesten heeft deze werking plaats, en wij vermeldden, hoeveel men van deze stof te Parijs in het regenwater heeft gevonden, maar in de warme landen, waar de onweders oneindig heviger en veelvuldiger zijn, wordt de hierdoor geleverde bemesting van den grond veel aanzienlijker; regen en dauw brengen in den bodem veel van deze stof aan, die daarin dadelijk tot voedsel der planten verstrekt, en moeijelijker dan de ammoniak uit den bodem ontwijkt. Het salpeterzuur verbindt zich met alle loogachtige stoffen, zooals ammoniak, kalk, potasch en soda tot zouten, die wij met den algemeene naam van *salpetersoorten* bestempelen. De gronden der warme landen zijn rijk aan deze *salpeters*, welke vaste zouten zijn en niet in den dampkring vervliegen.

Salpeter ontstaat niet alleen uit het bij onweder gevormde salpeterzuur der lucht; ook de ammoniak van grond en mest kan tot salpeter overgaan, en zoodoende in minder vlugtigen staat bewaard blijven. Onze lezers vernamen vroeger, dat de kalk, potasch en andere loogen de eigenschap bezitten, den ammoniak van den mest te verjagen. Dit heeft evenwel alleen dan plaats, wanneer de ontleede mest eensklaps met deze stof in aanraking komt. Geheel anders wordt echter het verschijnsel, wanneer in eene groote hoeveelheid aarde eene zekere hoeveelheid loogen voorkomen, die allengskens met den mest in aanraking komen. Wanneer dan lucht en vocht vrijelijk kunnen toetreden, gaat, vooral bij eene meerdere warmte, de ammoniak van den mest langzaam tot salpeterzuur over, en, in stede van door de loogen te worden uitgedreven, verbindt zich dit zuur met de loog tot een salpeterzuurzout, of kortweg tot salpeter. Zoo kan een potasch- een soda- een kalk-salpeter ontstaan, en wanneer een vaste loog ontbreekt, kan de tot salpeterzuur overgegane ammoniak, met anderen ammoniak, den salpeterzuren ammoniak vormen. In de warme landen is het groote gehalte van salpeter in den bodem voorzeker gedeeltelijk aan deze omzetting van den ammoniak toe te schrijven, en daar de salpeter even gunstig op den planten-

groei werkt als de ammoniak, en minder vlugtig is dan deze, zoo is hierin een rijke en duurzame bron van vruchtbaarheid voor deze landen voorhanden.

Ook in onze streken kan men op dergelijke wijze de salpetervorming tot stand doen komen; vroeger, toen men de salpetergronden der warme landen nog niet daartoe gebruikte, werd in ons werelddeel al de salpeter, dien men voor buskruid noodig had, op de volgende, ook thans nog gebruikelijke wijze bereid. Aardhoopen, met potasch en kalk gemengd, worden onder een beschuttend dak herhaaldelijk met dierlijken afval vermengd of met gier overgoten, en vaak gekeerd om de lucht te laten toetreden; — of men maakt muren van aarde, kalk en potasch, met stroo doorweven, die dan van tijd tot tijd begierd worden; — de ammoniak van de gier gaat daarbij tot salpeterzuur over, en welligt wordt door het tot humus overgegane stroo daarbij nog vrij wat stikstof uit de lucht in ammoniak en salpeterzuur omgezet. Hetzelfde gebeurt bij den landbouwer in den composthoop, waarin plantenafval, kalk, asch en aarde, met gier overgoten en gekeerd worden, en zoodanig een composthoop is welligt nog vrij wat voordeeliger, dan een mesthoop, daar de gevormde salpeter zoo weinig vlugtig is en welligt gedeeltelijk uit de bestanddeelen des dampkrings is aangebragt. Ook in *onzen bouwgrond* heeft deze salpetervorming uit de bestanddeelen van mest en humus in de bovenste aardlagen plaats, en daar zij beter in de vochtige schaduw dan zonder lommer tot stand komt, zoo zijn de loofrijke planten wederom uitermate geschikt, om deze werking te bevorderen. Wederom en nogmaals moeten wij het dus den landbouwer aanprijzen, dat hij den humus, en al wat humus aanbrengt, alle groene voederplanten en groene bemesting in eere houde: dat hij elke belommerende plant als een schat aanzie, waardoor de vruchtbaarmakende werkingen in den bodem bevorderd en de hoeveelheid humus in den grond behouden en vermeerderd kan worden.

Maar bij dit hooge gewigt, dat wij aan den humus en aan de bevruchtende stoffen des dampkrings toekennen, willen wij toch de werking van andere mestsoorten niet uit het oog verliezen. De stalmest werkt niet alleen door zijn humus, maar ook vooral door zijn dierlijke stoffen, door den voedenden ammoniak, en door de verwarming en opwekking, die de rottende dierlijke stoffen op de werkingen in den grond en de kracht van den plantengroei te weeg brengen. Terwijl in warme landen de humus en het voedsel, dat

de lucht aanbrengt, verbonden met de groote groeikracht der planten, vaak genoegzaam zijn, om het welslagen van den oogst te waarborgen; — zoo vordert onze koudere hemelstreek *veel stikstof* in den grond voor de *voeding der planten*, en daarenboven *prikkelende meststoorten*, om *grond* en *planten* tot meerdere werkzaamheid, *tot eene grootere opname van voedsel uit de lucht te dwingen.*

Dat is vooral het doel van dierlijke mestsoorten, daarin bestaat de onschatbare waarde van de stikstofhoudende, sterk drijvende mest, zoo als gier, guano en dergelijke. Zij bevorderen de opname van stikstof door grond en planten, behalve het voedsel, dat zij zelf verschaffen. In dien opzigte werkt ook *het kalken* van den grond zoo voordeelig, doordien het den humus tot werkzaamheid aanzet, en de salpetervorming in den grond bevordert.

Er is dus in deze meststoffen, in gier, guano, chilisalpeter, kalk en honderde andere volstrekt geen gevaar, dat zij den grond zouden uitputten, indien zij als *toegift*, tot vermeerdering van voedsel en als opwekkende middelen gebruikt worden; zij leveren dan groot voordeel in alle opzigten, *zij voeden en bevorderen de opvoeding uit de lucht.* Maar de landbouwer beschouwe steeds eene *groote hoeveelheid* van stalmest en plantaardigen mest, een *groot gehalte* van den bouwgrond aan humus als de eerste en grootste bron van welvaart voor grond en planten. Dat is de goudmijn van den landman, die door de *hulp-meststoffen* veel productiever kan gemaakt worden, maar zonder deze goudmijn zoude hij door de hulpmestsoffen slechte rekening maken, en zoude het gezegde van den eenvoudigen landbouwaar worden, aan wien men zeide, dat een vestzakje van zekeren mest voor den akker genoegzaam was; "dan zult ge den oogst wel in 't andere vestzakje kunnen bergen," was zijn antwoord.

De hulpmest kan en mag niet als het eenig noodige van grond en planten worden aangezien; hij brengt eerst met anderen mest, met humus vereenigd, zijne groote werkingen tot stand. Ja, wat nog meer is, men meene ook niet, door guano of dergelijke *de vruchtwisseling* te kunnen ontbeeren; even als de stalmest, zoo zal ook de guano, bij den bouw van granen alleen, niet de helft van de haar mogelijke werking verrigten; als *prikkel en voedsel* werkende, moeten bij haar gebruik ook zoodanige planten worden gekweekt, die veel voedsel uit de lucht nemen, en daarin door haar kunnen worden aangezet.

De eenvoudige weg, dien de natuur zelf volgt tot bereiding van voedsel voor de planten, moet dus de grondslag blijven van het

landbouwbedrijf, en, wij weten het maar al te wel, geen kunstmest kan den landbouwer geheel los maken van de omstandigheden, die een meer of min gelukkigen oogst te weeg brengen. Wanneer sterke regens het gewas vernielen, of een koud jaargetijde de natuurlijke voeding der plant, de verwerking van stikstof en ammoniak door grond en gewas belet, dan lijdt elke akker, zoo wel de op gewone wijze behandelde, als dezulke, waaraan door kunstmest, drooglegging en verdere voorzorgen de meeste zorg en moeite besteed is. Maar de beter verzorgde akker, die, ruim van humus voorzien zijnde, ook door *hulp-meststoffen* tot meerder werkzaamheid is aangezet, die door drooglegging beter tegen den invloed van regen en droogte bestand is, zal in slechte jaren *veel minder* schade lijden, dan een land, wat men bijna alleen aan de bevruchtende krachten der natuur overlaat. Wij zullen bij het droogleggen der landerijen dit punt nogmaals aanroeren, want groot is de invloed, dien eene meerdere opwekking van werkzaamheid in den grond door *hulpmest* uitoefent, vooral wanneer regen en lucht in alle deelen van den door drooglegging losgemaakten akker kunnen doordringen en er hunne voedende bestanddeelen overal kunnen nederleggen; veel kan de landbouwer ook door bearbeiding van den bodem tot zijne regelmatige vruchtbaarheid bijdragen, — maar humus en stalmest zijn de bronader van zijn welvaart, de loofrijke planten blijven zijne beschutting, en de vruchtbaarheid, de zegen op zijn arbeid komt van den Hemel.

Nadat wij onze lezers alzoo omtrent de verhouding van grond en planten tot de brandbare stoffen des dampkrings hebben ingelicht, komen wij tot een ander punt:

De uitputting en verrijking van den grond aan onbrandbare stoffen.

de *aschbestanddeelen* of *zouten*, die de planten uit den bodem opnemen.

Bij de behandeling van deze vraag zullen wij denzelfden weg inslaan, dien wij voor de brandbare stoffen gevolgd zijn; wij zullen nagaan, wat de oogst daarvan bevat, en wat door den mest wordt aangebragt. Uit het tafeltje op bladz. 325 weten wij alreede, hoeveel asch er in 1000 ℔ van verschillende *drooge* planten gevonden is. Maar de asch van de eene plant bevat geheel andere hoeveelheden van verschillende bestanddeelen, dan die van een ander gewas, en wij hebben daarom hiernevens voor onze lezers opgeteekend, hoe-

veel van verschillende stoffen in 1000 ℔ asch van onderscheiden planten voorkomt.

Verschillende bestanddeelen in 1000 *pond asch der op Bechelbronn gekweekte planten.*

	Phosphorzuur.	*Zwavelzuur.*	*Kiezelzuur.*	*Kalk.*	*Magnesia.*	*Potasch en soda.*
Stalmest	30	19	664 [1]	86	36	78
Aardappelen	113	71	56	18	54	515
Mangelwortels	60	16	80	70	44	450
Knollen	61	109	64	109	43	378
Aardpeer	108	22	130	23	18	445
Tarwe	470	10	13	29	159	295
Tarwestroo	31	10	676	85	50	95
Haver	149	10	533	37	77	129
Haverstroo	30	41	400	83	28	289
Klaver	63	25	53	246	63	271
Erwten	301	47	15	101	119	378
Erwtenstroo	92	70	6	305	69	207
Hooi van grasland	54	27	315	179	72	235

De minder belangrijke stoffen, ijzer, aluin en andere, zoowel als het koolzuur, dat in vele aschsoorten, vooral de potasch- en kalkhoudende voorkomt, hebben wij hierbij niet vermeld; wij rigten onzen blik alleen op drie onderscheiden zuren, het phosphorzuur, zwavelzuur en koolzuur, en op vier daarmede tot zouten verbonden (zie N° 3 pag. 58 [16) loogachtige stoffen, kalk, magnesia, potasch en soda.

Al aanstonds ontwaren wij, hoezeer de hier vermelde planten, hoewel zij te Bechelbronn met denzelfden mest voorzien en in gelijksoortigen grond gekweekt waren, in de bestanddeelen van haar asch uiteenloopen; dat de asch van tarwe en erwten rijk aan phosphorzuur en magnesia is, het tarwestroo daarentegen veel kiezelzuur bevat, klaver veel kalk en potasch opneemt, terwijl de knol- en wortelplanten de grootste hoeveelheid potasch bevatten. Om evenwel deze hoeveelheden juister te beoordeelen, willen wij berekenen, hoeveel een gewone oogst daarvan jaarlijks van een bunder land wegneemt, en houden ons daarbij voornamelijk aan het *vijfjarige stelsel*, dat wij ook voor de verbrandbare stoffen breeder behandeld hebben.

---

1) Waarin waarschijnlijk ongeveer 500 ℔ zand.

Het tafeltje op blz. 327 wijst ons aan, hoeveel asch er in de jaarlijksche oogst van aardappelen, klaver knollen en haver, in de tweejarige tarweoogst, en in den stalmest voor vijf jaren voorkomt. Deze hoeveelheden asch hebben wij in de eerste kolom van onderstaande tafel nogmaals opgeteekend.

OVERZIGT VAN DE ONVERBRANDBARE STOFFEN IN MEST EN OOGST.

Planten uit de vijfjarige vruchtwisseling. (A)

	Asch.	*Phosphorzuur.*	*Zwavelzuur.*	*Kiezelzuur.*	*Kalk.*	*Magnesia.*	*Potasch en Soda.*
Aardapppelen ..... (12800 ℔)	123,4	13,9	8,8	6,9	2,2	6,7	63,5
Tarwe.......... (3002 ℔)	61,5	28.9	0,6	0,8	1,8	9,8	18,1
Stroo........... (6822 ℔)	353,4	11,0	3,5	238,9	30,0	17,7	33,6
Klaver........... (5100 ℔ hooi)	310,2	19,5	7,7	16,4	76,3	19,5	84,1
Knollen.......... (9550 ℔)	54,4	3,3	5,9	3,5	5,9	2,3	20,6
Haver........... (1344 ℔)	42,6	6,4	0,4	22,7	1,6	3,3	5,5
Stroo .... (1800 ℔)	65,4	2,0	2,7	26,2	5,4	1,8	18,9
Geheele oogst...... (40418 ℔)	1010,9	85,0	29,6	315,4	123,2	61,1	244,8
Stalmest.......... (49086 ℔)	1671,9 en 1600 zand.	98,0	62,0	573,0 en 1600 zand.	281,0	118,0	255,0
In den grond gebleven.	661 en 1600 zand.	13,0	32,4	257,6 en 1600 zand.	157,8	56,9	10,7
Turfasch	5000		270	3275	300	30	115

Planten in andere bouwstelsels voorkomende.

Mangelwortelen.... (26000 ℔)	200,0	12,0	3,2	16,0	14,0	2,2	90,0
Erwten........... (1092 ℔)	31,0	9;3	1,4	0,5	3,1	3,7	11,7
Erwtenstroo....... (2790℔)	278,1	25,6	19,5	1,7	84,8	19,2	57,6
Aardpeer......... (26440 ℔)......	330,0	35,6	7,3	42,9	7,6	5,9	146,8
Hooi............ (4000 ℔)	244,0	13,2	6,6	76,9	43,7	17,6	53,7

De volgende kolommen wijzen ons dan aan, hoeveel phosphorzuur, zwavelzuur enz, er in die asch van het land is weggegaan;[1]) voorts is ook de zamenstelling van den vijfjarigen mest berekend, en wanneer wij de daarin bevatte zouten van den geheelen oogst aftrekken, *dan vinden wij vooreerst*, *dat er door den mest* in het vijfjarige stelsel *meer van alle stoffen in den grond is ingebragt*, *dan de oogst daaruit verwijderde*, dat er hier dus een overschot van alle onbrandbare stoffen wordt waargenomen.

De turfasch, waarmede in vroeger tijd de klavers te Bechelbronn werden gemest, is dus tot *voeding* der planten overbodig, en in den lateren tijd ook meestal weggelaten.

Van waar, zoo vragen mijne lezers, is dat overschot aan aschdeelen in den mest afkomstig? Behalve van het stroo van tarwe en haver, behalve van de vervoederde aardappelen en knollen, is de mest afkomstig van weilanden, die eene ruime hoeveelheid hooi, 4000 ℔ per bunder, zonder eenige bemesting opleveren, daar zij door het water van eene nabij gelegen rivier jaarlijks het noodige slib ontvangen. De zamenstelling van de asch van dit hooi is onderaan in onze tafel opgeteekend, en deze natuurlijke bron verzekert het bouwland tegen uitputting aan vaste stoffen. Zulk een bron van verrijking des bodems hebben ook de landbouwers in onze streken, die in het bezit zijn van uiterwaarden, welke met het jaarlijksche slib vrij wat van deze zouten ontvangen, en deze door den mest weder aan het bouwland afstaan, zoodat vele zouten, die met het van de hoeve verkochte graan en andere planten worden weggevoerd ruimschoots door het slib worden vergoed. Maar wat den landbouwer te doen staat die niet in zoo gunstige omstandigheden is geplaatst, daarover zullen wij straks nog nader handelen.

Thans werpen wij eerst nog een blik op onze tafel, om te zien, wat de verschillende planten aan onderscheiden aschdeelen van het bouwland wegnemen. Wij zien hierbij dat, wat wij reeds boven bij de zamenstelling van de asch bespraken, ook bij het nagaan van de hoeveelheden jaarlijks ingeoogste planten nagenoeg van kracht

---

[1]) Door een eenvoudigen regel van drieën zijn deze cijfers uit het hier voorgaande tafeltje berekend. B. v.: in 1000 ℔ asch van aardappelen komt 113 ℔ phosphorzuur voor; dus in 123,4 ℔ asch van aardappelen vinden wij.

$$1000 : 123{,}4 = 113 : x.$$

$x = 13{,}9$ ℔ phosphorzuur, die met den oogst van 12600 ℔ aardappelen van een bunder land worden weggevoerd.

blijft. — Wij zien vooreerst dat de *tarwe veel phosphorzuur bevat*, vooral in het graan, en, daar dit van de hoeve verkocht wordt, een groot verlies aan deze stoffen na zich sleept. Ook *magnesia* bevat de tarwe in vrij groote hoeveelheid, maar daar het stroo daarvan het meeste bevat, zoo keert deze stof meerendeels met den mest tot het bouwland terug. Het stroo bevat zeer veel kiezelzuur; kiezelzuur wordt in den grond zeer veel onder den vorm van zand aangetroffen, maar als zoodanig is het geheel onoplosbaar en ongeschikt om in de planten in te dringen: het kiezelzuur moet in oplosbaren staat worden aangeboden, en hiertoe is veel omzetting in den grond noodig, hiertoe vorderen de granen veel warmte en mest, veel werkzaamheid in den bodem; maar bij een zuinig gebruik van het stroo zal daarmede aan den volgenden tarweoogst weder veel oplosbaar kiezelzuur worden verstrekt, zoodat deze stof toch niet de voornaamste zorg van den landbouwer behoeft uit te maken.

Phosphorzuur en ammoniak blijven de stoffen, die door de granen in groote hoeveelheid worden verbruikt, en de waarnemingen in de praktijk stemmen daarmede overeen; de aan deze stoffen zoo rijke *stalmest*, de *beenderen*, de *guano*, en al wat veel phosphorzuur en ammoniak bevat komt op de granen uitnemend te pas; de magnesia werkt voorts zeer op de ontwikkeling van den graankorrel, en alle kalk, die magnesia bevat, waaronder de van schelpen afkomstige voor ons land vooral te vermelden is, is daarom voor den graanbouw van het hoogste belang. Wij spraken hier alleen van tarwe, maar rogge, haver, gerst zijn in het zelfde geval.

Wat de wortel- en knolgewassen, zooals de aardappelen, de mangelwortelen, de knollen en aardpeer betreft, zij wijzen ons een grooter gehalte aan potasch aan, terwijl zij het phosphorzuur in mindere mate bezitten; — en evenwel kunnen zij zonder eene groote hoeveelheid phosphorzuur in mest en grond niet wel gedijen. Zij leveren een sprekend bewijs van de waarheid, dat wij met onze besluiten niet te ras te werk moeten gaan. Er is een tijd gewest, waarin men verkondigde, dat men aan eene plant slechts zooveel voedsel aan onbrandbare stoffen had te geven, als er in zijn asch werd aangetroffen, en dat de plant dan best verzorgd was. Men maakte, naar de zamenstelling van elke plantenasch, recepten van mest voor deze of gene plant, en wat was het gevolg? dat de aldus verzorgde planten vaak nog schraler opbrengst gaven, dan wanneer men den geheelen kunstmest achterwege liet. Men had namelijk ééne zaak vergeten, nl. dat de eene plant zeker voedsel gemakkelijker opneemt dan de andere,

dat men aan vele planten een grooten overvloed van de eene of andere stof moet aanbieden, en haar ook in de gelegenheid moet stellen, dit voedsel in goed opgelosten staat te ontvangen. Zoo kunnen de wortelplanten het phosphorzuur door den bouw van haren wortel moeijelijk opnemen; zij vorderen daarvan *veel meer* in den grond, dan haar tot voedsel noodig is, en daarenboven eene groote hoeveelheid mest en humus in den grond, om deze opname te bevorderen. Daarom wordt te Bechelbronn in het eerste jaar bij de aardappelen of mangelwortelen de geheele bemesting met stalmest aangebragt, om hen ruim van phosphorzuur en ammoniak te voorzien; zij nemen daaruit dan het weinigje, dat zij behoeven, gemakkelijk op, en laten voor de tarwe en volgende planten eene genoegzame hoeveelheid in den bodem achter. Worden de wortelplanten dan aan het vee op de hoeve vervoederd, wordt er niet veel van dit vee verkocht, dan zal ook het door de wortelplanten verbruikte phosphorzuur later als mest tot den bodem terugkeeren. Wat wij van de aanwending van den stalmest zeiden, dat kan men ook op anderen mest toepassen: beenderenmeel, zoo rijk aan phosphorzuur, zal, bij wortelplanten aangebragt, deze krachtiger doen gedijen en toch zijn meeste voedsel nog in den grond terug laten, dat men dan voor een volgenden graanoogst kan te pas brengen.

Wat de loofrijke planten betreft, zooals gras, klaver, groenvoeder, peulvruchten, bij haar komt de bemesting met kalk en potasch vooral te pas, waarvan zij veel opnemen en nog meer in den grond verlangen; phosphorzuur is bij haar ook van gewigt, en er gaat bij haar ook daarvan veel verloren, wanneer een gedeelte van deze dient om het vee voor den uitvoer te voederen. Bij haar verbouwing moet vooral de aan potasch zoo rijke gier niet veronachtzaamd worden; daarmede worden werkelijk wonderen bij hare teelt tot stand gebragt.

Trekken wij nu het over de zouten vermelde in een paar woorden te zamen en voegen daarbij, wat wij vroeger omtrent de stikstof mededeelden, dan kunnen wij onzen lezers het volgende overzigt aanbieden omtrent de verhouding van verschillende plantengroepen tot stikstof, phosphorzuur en loogen.

Wat het *gras* betreft, dat wij deels wegen zijnen halm aan de granen, deels wegens zijne bladeren aan de loofplanten kunnen aansluiten, daarover zal in het volgende hoofdstuk, bij de bevloeijing van hooilanden, nog afzonderlijk gehandeld worden.

	Stikstof-	*phosphorzuur.*	*loogen.*
Granen..........	Nemen weinig uit de lucht, veel uit den mest, — slechts weinig keert als stroo terug.	Nemen veel uit den mest, slechts weinig keert als stroo terug.	Magnesia vooral van belang, komt grootendeels als stroo terug.
Wortelplanten..... { Mangelwortels. Aardappels.... } Knollen......	Nemen niet genoegzaam uit de lucht; veel uit den mest, dat deels als blad ondergeploegd, deels na vervoedering als mest terugkeert.	Nemen niet zooveel uit den mest, maar nemen het moeijelijk op, daarom veel in den grond noodig. Eene groote hoeveelh. mest bevordert deze opname. Het keert daarna grootendeels als blad en mest tot den grond terug.	Potasch van eenig belang.
Loofplanten....... { Klaver....... Lucerne...... Peulvruchten.. }	Nemen bijna alles uit de lucht en verrijken den grond door hare wortels of bladeren. (Erwten een twijfelachtige oogst; - hangt zeer af van de bemesting van ammoniak uit den dampkring.)	Van eenig belang, vooral bij 't verkoopen van peulvruchten en vee.	Potasch en kalk hoofdzaak.

Nu blijft ons nog de taak over, den landbouwer aan te wijzen, hoe hij, met deze kennis toegerust, den akker voor uitputting zal vrijwaren. Wij vermeldden reeds in het het derde hoofdstuk, en in het elfde hoofdstuk werd het herhaald, hoeveel er van eenige zouten in een bouwgrond kan voorkomen, maar dit brengt ons geene *genoegzame* kennis aan, daar niet alles daarin in oplosbaren staat voorkomt; veel daarvan zal door de bemesting van den bodem, het indringen van lucht en water, de door den onschatbaren stalmest veroorzaakte warmte en ontbinding moeten worden voorbereid, om tot plantenvoedsel te dienen; veel stoffen zijn in den bodem voorhanden, die eerst na lange reeksen van jaren zoodanig ontleed zullen zijn, dat zij onzen nakomelingen rijke oogsten zullen verschaffen. Wij, die voor onzen leeftijd zorgen moeten, zouden wij op dien bron van rijkdom rekenen, dien de Schepper wijselijk voor volgende geslachten bespaart? Zouden wij niet naar middelen omzien, om meer aan den grond terug te geven, dan de oogst daarvan afneemt? De landbouwer, die jaarlijks tarwe of ander graan verkoopt, die vee uitvoert, zal hij geene uitputting van zijn bodem moeten duchten aan de nuttige zouten, wanneer hij die niet door mest van beslibde uiterwaarden kan teruggeven? zal de mest, dien hij zelf maakt, ook met de

grootste zorg en zuinigheid, wel kunnen herstellen, wat verloren gaat; zal hij, zonder invoer van mest van buiten, den akker in een gewenschten staat van vruchtbaarheid kunnen houden?

Ieder, die over deze vragen nadenkt, zal meenen, dat, waar afgaat en niet bijkomt, minderen moet, en als hij het aanziet, hoe vele hoeven jaarlijks groote massa's zouten uitvoeren, zonder iets in te voeren, dan vraagt hij welligt, of men zich niet over de weinige uitputting van vele gronden verbazen moet, of het welligt ook vaste stoffen uit den hemel zoude regenen? Wij moeten eerlijk zijn, en bekennen, dat het werkelijk vaste stoffen uit den hemel regent, vooral in de nabijheid der zee. In Pommeren, even digt bij de zee gelegen als onze landen, vond men, dat een bunder land jaarlijks aan vaste stoffen uit het regenwater de volgende hoeveelheden ontvangt:

Koolzure kalk............	78	Ned. pond.
Koolzure magnesia........	51	" "
Keukenzout..............	67	" "
Gyps....................	51	" "
IJzer, alluin, kiezelzuur ..	105	" "
Koolzure potasch.........	38	" "
Bewerktuigde stoffen......	38	" "
te zamen...	465	" "

Ongelukkigerwijze voor den hierop vertrouwenden landbouwer komt in deze hoeveelheid zouten, die anders voor een graanoogst meer dan toereikende zou zijn, *geen phosphoorzuur voor*, en daar dit vooral met het uitgevoerde graan en vee in groote mate verwijderd wordt, zoo heeft de dringende raad niets van hare kracht verloren, om toch al wat daarvan veel bevat, zoo als beenderen, lijnkoeken, guano, ook de phosphorhoudende schelpenkalk in eere te houden en niet te schroomen, daarvan aankoopen te doen. Mag het dan ook al vaste stoffen uit den hemel regenen, het is de vraag, of er in ons land wel zooveel daarvan nedervalt, en de bedachtzame landbouwer zal liever wat te veel dan te weinig daarvan op den akker brengen.

Wat kalk en potasch betreft, deze werken niet alleen als voedsel, maar ook als prikkels, de zuren in den grond bindende, de salpetervorming bevorderende en de ontbinding van de mest verhaastende. Een zekere overmaat daarvan in den grond zal niet schaden, wanneer, zoo zeiden wij reeds vroeger, de humus in den grond niet ontbreekt en de gewone mest niet achterwege blijft.

Ons besluit is dus, dat gewone stalmest, gier en phosphorhoudende mest in de voornaamste behoeften der planten voorzien; dat het evenwel bij de teelt van sommige planten plaats kan grijpen, dat er ook werkelijk gebrek aan kalk en potasch ontstaat; dat deze stoffen, die vooral als nuttige prikkels werken, in den bouwgrond liever te veel dan te weinig moeten voorkomen; stalmest zal vaak veel van zijne kracht nutteloos in den bodem begraven, wanneer geen kalk, gips, houtasch of dergelijke zijne ontbinding bevordert; en dat wij ook de sterk drijvende, stikstofhoudende mesten als voor die ontbinding nuttig aangezien hebben, dat weten onze lezers uit het boven besprokene.

Verder raden wij den landbouwer aan, dat hij in alle zaken zuinig zij; hij kieze zelfs het *drinkwater* voor zijn vee zoodanig, dat hij daarmede eene menigte zouten op den akker brenge, en verkieze daarom welwater boven rivierwater. Vergelijken wij het voeder en het drinkwater voor honderd stuks vee, wat de daarin bevatte zouten betreft, zoo zien wij, dat wij met het drinkwater een merkbaar toevoegsel aan vaste stoffen verkrijgen; en daarbij merken wij het verschil tusschen Rijnwater en pompwater op, gelijk dit in het tweede hoofdstuk bl. 40 [16] breeder is uiteengezet.

Hooi voor 100 stuks vee......	500 000 ℔	31 000 ℔ asch daarin.
Drinkwater uit den Rijn.......	1 000 000	159 " " "
" pomp te Leeuwarden.	1 000 000	2 601 " " "

Maar een verstandig landbouwer zal nog meer doen, wanneer hij *het land zoodanig drenkt*, dat het in stede van door den regen en het vlietende water uitgespoeld te worden, daardoor verrijkt wordt, zoo als een volgend hoofdstuk ons leeren zal. Al deze middelen voeren hem evenwel veel andere zouten, maar doorgaans *geen phosphorzuur genoeg* aan, en dit koope hij daarom van buiten: hij verrijke den grond door alle bestanddeelen, en dan eerst zal hij in staat zijn, zonder vrees voor de uitputting van zijn bodem, de teelt van *nijverheidsplanten* te ondernemen.

De *nijverheidsplanten* zijn daarom zoo uitputtend, omdat daarvan doorgaans veel wordt uitgevoerd, terwijl veel minder daarvan als mest terugkeert, dan zulks bij den graan- en voederbouw geschiedt. Wij deelen hier mede, hoeveel een gewone oogst van deze planten aan stikstof en verschillende onbrandbare stoffen van den bunder land wegneemt:

	Stikstof.	*Phosphorzuur.*	*Kiezelzuur.*	*Kalk.*	*Potasch en Soda.*
3000 ℔ Zeeuwsche meekrapwortel..	40 ℔	20 ℔	20 ℔	20 ℔	35 ℔
1500 〃 koolzaad	55 〃	31 〃	8 〃	9 〃	17 〃
2500 〃 〃 stroo, droog	14 〃	6 〃	1 〃	26 〃	38 〃
2000 〃 vlasstengel, droog	11 〃	11 〃	21 〃	12 〃	20 〃
2000 〃 drooge tabaksbladeren ..... (gelijk 20,000 ℔ versch blad.)	40 〃	11 〃	16 〃	100 〃	100 〃

De meeste van deze nijverheidsplanten putten, gelijk wij zien, den bodem evenzeer uit aan stikstof en phosphorzuur, als aan kalk en potasch, en ruime hoeveelheden mest en veel humus en zouten in den grond zijn voor haar groei onontbeerlijk, te meer, daar vele daarvan, zoo als koolzaad en vlas, den bodem weinig beschutten en dus de natuurlijke vruchbaarheid weinig bevorderen. Vele redenen kunnen verder die uitputting nog wijzigen; zoo zal een oogst van vlas vooral den *onder*grond uitputten, doordien het zijne wortels zoo diep schiet, en daarom zal het den bodem langen tijd voor dat gewas ongeschikt maken, daar het veel oplösbaar kiezelzuur en phosphorzuur aan die diepe lagen ontneemt; er zal dan wel in den ondergrond nog zekere kracht overblijven, zoodat eene plant als de lucerne, die met haar diepe wortels meer kalk en ammoniak opneemt, daarin nog welig tieren zal, maar voor vlas zal de ondergrond langen tijd onbruikbaar zijn.

Dit zijn in de hoofdzaak de vaste regelen, die wij voor de uitputting van den grond door sommige planten, voor het mislukken van een vaak achtereen verbouwd gewas kunnen aangeven. Krachtige mest doet, dit leert de tabak, de meeste van die mislukkingen door vaak herhaalde opeenvolgingen verdwijnen; of er evenwel nevens die zekere na te sporen redenen voor de afwisseling der gewassen nog andere bestaan, door eigenaardige afscheidingen aan de wortels der planten of dergelijke, moeten wij onbeslist laten: hare kennis is voor de praktijk overbodig, daar er buiten deze redenen door ons genoegzame gronden voor de wisselbouw zijn aangevoerd geworden

W. A. J. van Geuns.

XVI.

DROOGLEGGEN EN BEVLOEIJEN.

Ziedaar eene vreemdsoortige vereeniging van onderwerpen in een en hetzelfde hoofdstuk; droogmaken en bevochtigen? Heeft de schrijver deze punten bij wijze van tegenstelling bij elkander gevoegd, of zoude er werkelijk verband tusschen deze handelwijzen kunnen bestaan?

Wanneer zulk eene vraag bij den lezer op mogt komen, wien dit geschrift in handen valt, dan verzoeken wij hem gindschen hovenier gade te slaan. Hij heeft zijne planten in aarden potten gezet, en gezorgd, dat de openingen onder in den bodem niet verstoppen; nu gaat hij lustig met den gieter rond, en drenkt de planten; het water vloeit langzaam door de aarde in de potten heen, en komt door de openingen van onderen weder te voorschijn; zijne planten tieren welig in den *drooggelegden en bevloeiden* bodem. Zoude menig landbouwer niet kunnen handelen als de hovenier? Onze lezers zullen in het vervolg van dit hoofdstuk op deze vraag een bevestigend antwoord ontvangen; zij zullen bespeuren, dat deze twee handelwijzen niet zelden tot een en hetzelfde doel leiden, dat beider vereeniging vaak van groot gewigt is.

Droogleggen.

Onze lezers denken welligt nog aan den hovenier, er is hun in het voorbeeld van de bloempot nog iets raadselachtigs. Die openingen aan de onderzijde, zullen zij zeggen, voeren het overtollige water weg, zij beletten, dat het vocht in de aarde tot stilstand komt en de planten verstikt; maar de aarde blijft toch vochtig; is het dus niet onnaauwkeurig, deze handelwijze *droogleggen* te noemen? Misschien wel, maar de naam doet niets ter zake, wanneer men

dien slechts goed begrijpt; onze lezers hebben regt: het *droogleggen* beteekent, in het voorbeeld van den hovenier, niets anders dan het wegnemen van het stilstaande, overtollige, verstikkende vocht; het openen van een vrijen toegang in den grond, waardoor het frissche water daar in gestadige beweging doorsijpelt. Dat houdt den bodem frisch en krachtig, dat moet ook in den *bouwgrond* tot stand worden gebragt, en de bewerking, die deze losheid, deze doorlatendheid van den grond en het vrije afvloeijen van het water tot stand brengt, zij is het, die men in den landbouw *droogleggen* noemt.

Hoe wenschelijk zulk eene frissche, losse, doorlatende gesteldheid van den grond is, zullen wij onzen lezers wel niet uitvoerig behoeven uit een te zetten; want wie kent niet de nadeelen van een vochtigen, ondoordringbaren bodem?

Hier is het een moerasgrond, een bodem, die van boven doorlatend is, maar in de diepte eene bank bezit, zoodat het regenwater niet weg kan vloeijen, terwijl vaak nog het water van naburige akkers zich daarmede paart, om eene aanhoudende, opstijgende kwel te veroorzaken. De lucht, zoo noodig voor de ontbinding van mest en rottende plantendeelen, kan in zulk een grond niet doordringen, en in stede van eene goede krachtige humuslaag te vormen, gaan nu de rottende planten in een toestand van verzuring over, gelijkstaande met de veenvorming, die wij in het vierde hoofdstuk beschreven hebben; hierbij worden mest en planten niet geheel ontleed, maar vormen onoplosbare turfachtige stoffen en bezwangeren het water met eene menigte zuren en looistoffen, die op de planten een allerverderfelijksten invloed uitoefenen. Is de grond ijzerachtig, dan wordt door de zonder lucht plaats grijpende ontbinding der planten steeds meer en meer ijzer opgelost, en er vormen zich onophoudelijk dikkere ijzerbanken, in de hoogte en in de diepte, zoodra eenige lucht het ijzerhoudende water bereikt (zie het vierde hoofdstuk). Geen mest, geen kalk of asch kan hier genoegzame verbetering aanbrengen, waar het water zelden wegzinkt en de lucht bijna nimmer doordringt; de akkerplanten worden door riet- en mossoorten verdrongen, haar wortels sterven af in den vochtigen bodem, en hebben zich de planten in den bovengrond ook al eene kommerlijke standplaats verworven, dan worden hare wortels door den wintervorst en den dooi ontbloot of door zomerregens verstikt.

Ginds zien wij een taaijen kleigrond; de bodem is onuitputtelijk rijk in vruchtbare stoffen, maar door zijne ondoordringbaarheid, die naar de diepte hand over hand toeneemt, kan hij de planten slechts gebrekkig

voeden. Daar liggen op geringe diepte blaauwe kleilagen, waar nooit de lucht in doordrong, waar niets hoegenaamd van de vele vruchtbare stoffen aan de planten te goed kan komen, waarin geen worteltakje zich kan uitbreiden. De bovengrond is wel is waar door bewerking en aanraking met de lucht iets losser geworden, maar de eerste de beste plasregen zal hem tot eene taaije zamenhangende massa doen invloeijen, die geen ploegschaar doorklieven kan, waarin geen luchtdeeltje of plantenworteltje zich een weg kan banen, terwijl de over het veld in groote stroomen afvloeijende regen de beste bestanddeelen van grond en mest voortsleept. Wanneer straks het drooge jaargetijde komt, dan is de bovengrond met de daarin zeer ondiep gewortelde planten aan den anderen kant aan de grootste verharding blootgesteld, zoodat wederom de lucht wordt afgesloten, de plantenwortels verstikken, en de landbouwwerktuigen op den bodem als op eene steenrots worden afgestompt.

Ziedaar twee sterk sprekende voorbeelden van nadeelen der vochtigheid en ondoordringbaarheid; maar hoe vele gronden zijn er, die, in meerdere of mindere mate, door stilstaand water, door regen, door uitdrooging worden bedorven, waar zich het euvel niet zoo sterk en aanhoudend, maar van tijd tot tijd toch niet minder nadeelig vertoont!

Hoe klein is het aantal gronden, waar de planten diep kunnen doordringen, die tot op ééne of slechts tot op eene halve Ned. el diepte gezond en frisch zijn, zoodat de diep gewortelde gewassen in een droog jaargetijde vocht uit den ondergrond putten en in regentijd niet door het water verstikt worden?

Wanneer wij de meeste landbouwers alleen op de bovenste aardkorst zien letten en den ondergrond zelfs niet onderzoeken, dan zouden wij denken, of hun een blik in de diepte ook verboden ware, of daar ook goudmijnen van andere bezitters voorhanden waren. En wij zouden in zekeren zin daarbij niet zoo sterk dwalen; niet, dat het den landman verboden is, den ondergrond te doorzien, maar wel, dat, zoo hij dit verzuimt, daar beneden meestal eene goudmijn door hem verwaarloosd wordt, die een volgend geslacht zich zal weten ten nutte te maken. Die goudmijn dan willen wij voor onze lezers in korte trekken afschetsen.

Van oude tijden af hebben de landbouwers het nut ingezien om door kleinere en grootere open greppen het overtollige water van het land te verwijderen. Maar de Romeinen, die wij in het voorgaande hoofdstuk ook reeds hebben leeren kennen, zagen in, dat zij door *onderaardsche greppen* het water even goed verwijderen en veel land

daarbij winnen konden. Zij groeven greppen van drie voet diep, die zij voor de helft met grind of takken vulden, en met den bouwgrond verder bedekten, terwijl deze greppen alle in eene opene sloot hare uitloozing hadden. Dit deed men dus reeds voor meer dan achttienhonderd jaren, en de onderaardsche greppen zijn sedert dien tijd op de eene plaats in 't geheugen gebleven, elders vergeten, om in de laatste honderd jaren tot eene hoofdverbetering van duizende en duizende bouwgronden verheven te worden. Op de eene plaats waren het in vroegeren tijd steenen of takkebossen (fig. 43 en 44), waarmede de bodem der greppen bedekt werd; elders liet men van onderen

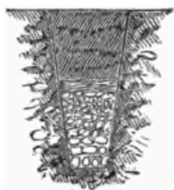


Fig. 43.

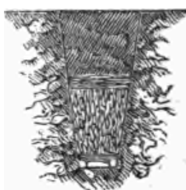


Fig. 44.

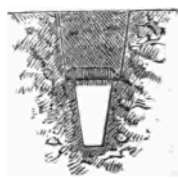


Fig. 45.



Fig. 46.



Fig. 47.

eene opene ruimte, die men met zoden alleen (fig. 45) of wel met takken, steenen en zoden (fig. 46 en 47) bedekte of doorsneed, — of men plaatste, zooals onder Maarssen sedert onheugelijke tijden geschiedde, op den bodem van den grep ééne liggende en twee schuins opstaande planken, die een driehoekig onderaardsch kanaal vormden. Maar al deze handelwijzen waren slechts van beperkten duur; in den loop der jaren rotten de planken en de takken, zinken de zoden omlaag en worden de opene ruimten met aarde aangevuld en verstopt.

Beter handelden voor meer dan tweehonderd jaren de monniken van een klooster bij Mauberge in Frankrijk. De kloostertuin was van ouds wegens zijne hooge vruchtbaarheid beroemd, en toen men onlangs den moestuin in een engelsch park herschiep, ontdekte men de reden van die vruchtbaarheid. Onder in den grond, op eene diepte van 12 N. palm lagen van afstand tot afstand rijen van aarden buizen van den hiernevens (Fig. 48) afgebeelden vorm, die met haar achterdeel in den hals van de

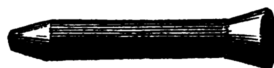


Fig. 48.

daarachter geplaatste buis sloten. De begraafplaatsen, die men daarboven vond aangelegd, bewezen, dat deze buizen vóór het jaar 1620 daar gelegd zijn geworden. Zij hadden eene lengte van 27½ N. duim en 6,7 Ned. duim opening van binnen. De dikte van buiten was 9 Ned. duim aan het dikke, 5½ Ned. duim aan het dunne einde en 8 Ned. duim in het midden, terwijl de dikte der zelfstandigheid 0,8 Ned. duim bedroeg. Twee stelsels van buizen waren in den tuin voorhanden; een gedeelte der rijen van buizen kwam straalsgewijze in een zinkput uit, in een ander gedeelte lagen de rijen evenwijdig, en mondden in eene verzamelbuis uit, die ze naar den kelder voerde.

Dergelijke steenen buizen zijn het, die in de laatste jaren de verbetering van honderdduizende bunders land hebben te weeg gebragt; maar de eer van deze toepassing komt niet aan de fransche monniken maar aan de Engelschen toe. Zij waren het, die na uitgebreide proefnemingen in eene tijdruimte van honderd jaren de steenen buizen als het zekerste en goedkoopste middel van drooglegging leerden kennen. Eerst beproefden zij het met een onderliggenden platten steen, waarop een panvormig stuk werd gezet (fig. 49). Later vereenigden zij deze stukken, en kwamen zoo van lieverlede tot

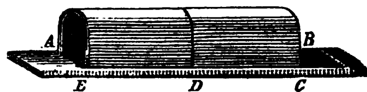


Fig. 49.

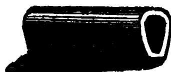
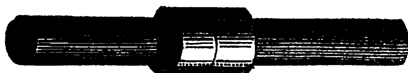

Fig. 50.


Fig. 51.


Fig. 52.

de eironde (fig. 50) en eindelijk tot de *volkomen ronde* buizen (fig. 51), die òf eenvoudig tegen elkander aan worden gelegd, òf door wijdere buizen, ringen of kragen om de aanrakings punten worden gesteund (fig. 52). Hierbij is men over 't algemeen gebleven. Sommigen verkiezen wel kleiballen of andere zaken om den bodem der greppels mede te vullen, en het is mogelijk, dat men eenige van die handelwijzen nog geschikter vinden zal. Zoo heeft ook de door den heer van Brakell gebezigde wijze, om een met banken vervulden of ondoordringbaren grond door het inslaan van palen (6000 per bunder à ƒ 90) droog te maken, in Frankrijk gelukkige uitkomsten opgeleverd. Maar de voor alle gronden en omstandigheden goed

bevonden, ronde buizen met of zonder kragen zijn het, die door hare toepassing op groote schaal den stempel der praktijk ontvangen hebben, en die wij onzen lezers dus voorshands als het beste middel van drooglegging kunnen aanbevelen.

Wij vooronderstellen dan, dat wij een stuk land door zulke buizen zouden wenschen droog te leggen, waarmede zouden wij dan aanvangen? Het beste zoude voorzeker zijn, met een ervaren waterbouwkundige te rade te gaan, vooral wanneer de oppervlakte van het land eene zekere helling heeft. Immers zullen de rijen van buizen voor het behoorlijk afvloeijen van het water eene zekere helling moeten hebben, ten minste één voet op de vijfhonderd, en wanneer onze grond niet volkomen waterpas ligt, dienen wij daartoe te weten, welke zijn hoogste of laagste punten zijn.

Kennen wij alsdan de helling van onzen grond, dan worden de greppels nevens elkander, dwars tegen de ruggen van den grond aan-

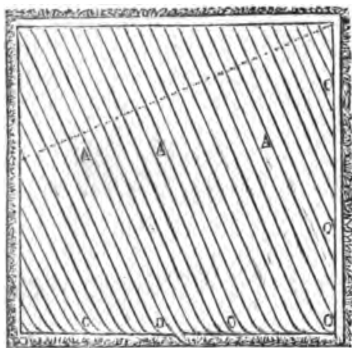


Fig. 53.

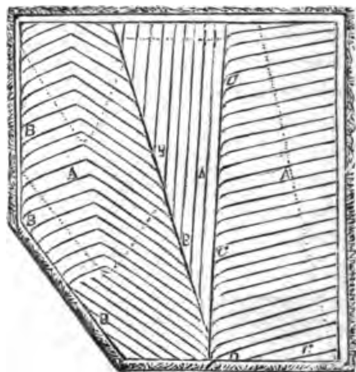


Fig. 54.

gelegd. Fig. 53 vertoont ons een voorbeeld van een land, dat één rug bezit, door de gestippelde lijn aangeduid, zoodat alle greppels daar in dezelfde rigting, dwars op dien rug gelegd worden. Op fig. 54 daarentegen duiden de gestippelde lijnen ons vele ruggen op den akker aan, zoodat de greppels vier verschillende rigtingen volgen, terwijl de verschillende deelen van den akker door breedere lijnen, die de verzamelbuizen aanduiden, van een gescheiden zijn.

Daar het voordeelig is, niet meer aarde bij het graven der greppels (fig. 58) te verplaatsen, dan noodig is, worden de greppels met schoppen van onderscheiden vorm uitgegraven, dienende fig. 55 voor

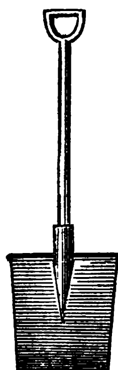
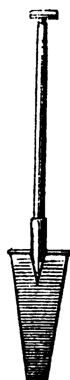

Fig 55.


Fig. 56.


Fig. 57.

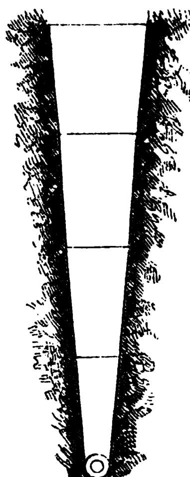

Fig. 58.



Fig. 59.

het bovenste gedeelte van den greppel, fig. 56 en 57 voor de lagere deelen, terwijl de in fig. 59 afgebeelde haak dient, om de buizen en kragen (*b*) op den bodem van de greppel neder te leggen. Vooral is het van belang, dat de aan den bodem der greppels te geven helling, die zoo mogelijk 1 voet op de 300 bedragen moet, goed worde in acht genomen, waartoe het zeer dienstig is, langs den bovenrand van de greppel te waterpassen en een koord, in de rigting van de te geven helling, daar langs uit te spannen. Wanneer men dan den bodem van de greppel steeds op dezelfde diepte onder dit koord houdt, zal hij de gewenschte helling bezitten.

Maar hiermede zijn nog op verre na de voorzorgen en bedenkingen niet ten einde, die wij bij het droogleggen in acht te nemen hebben, en in de eerste plaats moeten wij onze aandacht vestigen op de diepte, waarop wij onze buizen zullen leggen, en op den afstand, waarop de

greppels van elkander zullen aangelegd worden. Om over deze punten een juist oordeel te vellen, willen wij vooraf de werking, die door de droogbuizen wordt te weeg gebragt, eenigzins nader toelichten.

Wanneer de akker met de rijen van droogbuizen doorsneden is, wanneer de aarde in de greppels is terug geworpen, dan begint zich, niet plotseling, maar van maand tot maand, meer en meer de weldadige werking van het droogleggen te vertoonen. Zoowel tusschen de droogbuizen als door de fijne openingen van de onverglaasde zelfstandigheid dringt het water uit den bodem in de buizen binnen; — de *lucht* neemt de plaats van het water in den bodem in; en door de hierop volgende uitdrooging zoowel als door de doorsijpeling van het water, ontstaan in den bodem eene menigte barsten en wordt zijne natuur geheel veranderd. Hetzij de bodem in het geheel taai en ondoordringbaar voor water was, hetzij er klei- of ijzerbanken daarin aanwezig waren, onverschillig of de droogbuizen boven of beneden die banken aangebragt zijn geworden, zoo wordt door de zuiging der buizen het water door den grond heen geperst, en overal zullen inwendige barsten den bodem doorsnijden, terwijl de banken boven de buizen door de indringende lucht ontleed, en meer en meer doorlatend worden. Is de grond eenmaal los en barstig geworden, zoo kan, van terzijde zoowel als boven de droogbuizen, de bodem zijn water ontlasten, maar ver van de droogbuizen zal de bodem niet zoo diep droog worden, omdat het water toch altijd uit den grond met eene zekere helling naar de buizen zal moeten afvloeijen. Voorondersteld, dat wij een bouwgrond, waarvan ons fig. 60. de doorsnede vertoont, ten minste tot op de diepte van het punt P., van water wenschten te bevrijden. Denken wij ons verder, dat het water midden tusschen de buizen onder geen kleiner helling dan langs P A en P B naar de buizen kan toevloeijen, dan zien wij terstond, dat om het punt P droog te houden, wij de rijen van buizen des te digter bijeen moeten leggen, naarmate zij minder diep worden aangebragt. Leggen wij hen in a en b, digter bij de oppervlakte van den grond, dan moeten zij digter bijeen komen, dan wanneer wij hen in A en B, op grooter diepte plaatsen. Wij verminderen dus de benoodigde hoeveelheid rijen, door de buizen dieper te leggen; hierdoor worden de kosten minder, en de hoeveelheid droog gelegde

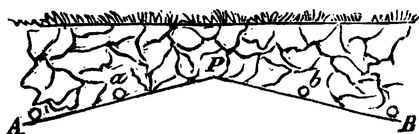


Fig. 60.

grond aanmerkelijk vermeerderd, gelijk ons volgende tafel aantoont.

Diepte der buizen.	0,61 N. el.	0,91 N. el.	1,21 N. el.
Afstand der rijen in zandgrond.	7,31 " "	10,21. " "	15,24. " "
Kosten per bunder.	*f* 91,50.	*f* 63,—.	*f* 62,80.
Drooggelegde grond per bunder.	6087 kub. el.	9132 kub. el.	11608 kub. el.

Maar de meerdere of mindere afvloeijing van het water hangt ook van den aard van den grond af, en wanneer in het zand de buizen, bij eene diepte 12 palm, 15 el uiteen kunnen liggen, zoo mogen zij in kleigrond vaak niet de helft van dien afstand hebben. Deze verhoudingen wijst ons het volgende tafeltje aan:

Afstand der buizen, voor 1,21 N. el diepte

in klei en veen.		
	Vaste klei..........	6—9 N. el.
	Gewone klei........	9—11 " "
	Vijver- of slijkaarde..	9—12 " "
	Veengrond.........	11—14 " "
in zand.		
	Aardachtig fijn zand..	10—12 " "
	Zavelgrond.........	11—14 " "
	Kleiachtig zand.....	12—14 " "
	Grof ijzerachtig zand.	13—15 " "
	Grof zuiver zand....	16—18 " "

Werden wij door voorgaande beschouwingen op het wenschelijke van diepe droogbuizen gewezen, zoo is er nog ééne daadzaak, die daarvoor krachtig pleit. Het is de opzuigende kracht van den grond, die wij reeds in het derde hoofdstuk besproken hebben. Deze eigenschap doet den bodem nooit tot op de diepte der droogbuizen volkomen droog worden, maar doet hem tot op zekere hoogte daarboven, bij klei vier à vijf palm, eene zekere te groote vochtigheid behouden. Wil men dus een kleigrond tot op eene diepte van 7 palm droog leggen, en rekent men ééne palm voor de helling, waaronder het water midden tusschen de rijen nog kan wegvloeijen, dan zal men bij deze 8 palm nog 5 palm voor de vochtigheid door opzuiging moeten rekenen, en zijne buizen dus het veiligst op 13 palm diepte leggen. Zoo heeft men een diepen, droogen bodem, waarin de planten hare wortels krachtig omlaag kunnen rigten. Nooit lijden zulke planten gebrek door vocht of droogte, daar in vochtige tijden het water snel weg-

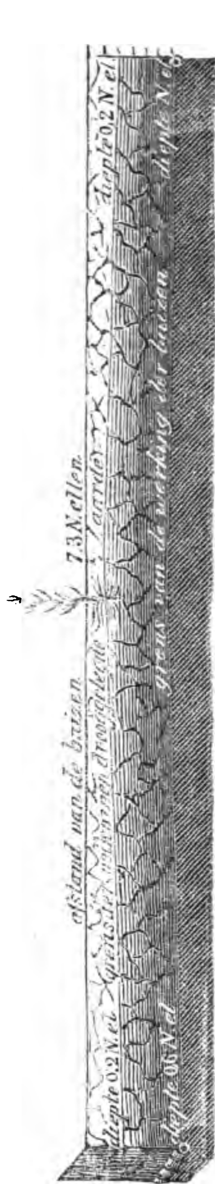


Fig. 61.

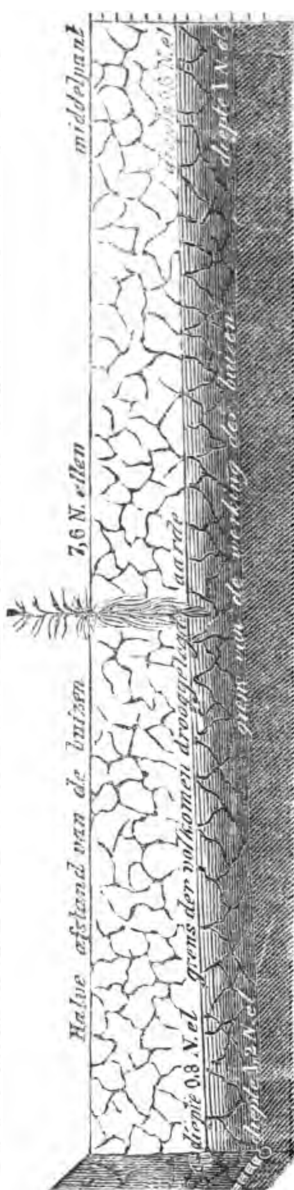


Fig. 62.

vloeit, en zij in droogte diep uit den ondergrond het vocht ophalen. De beide nevenstaande figuren wijzen ons ten duidelijkste het verschil tusschen een oppervlakkig en een diep drooggelegden bodem, en den toestand der planten wortels daarin. Zien wij in fig. 61 slechts éénen palm volkomen drooggelegde aarde tusschen de buizen overblijven, en de plantenwortels daarin zich onnatuurlijk in de breedte uitstrekken, zoo vertoont ons de diep drooggelegde akker, fig. 62, een minstens 6 palm diep geheel droogen grond en krachtige plantenwortels, die hun voedsel uit aardlagen putten, welke anders voor altijd voor de planten ontoegankelijk blijven. Want dit moeten wij steeds in 't oog houden, dat men door droog-

leggen, vooral door diep droogleggen, den bouwgrond, en dus het voedsel voor de planten, viermaal vergrooten kan, en groote schatten uit de diepte tot waarde kan brengen.

Maar is het dan werkelijk waar, zullen onze lezers misschien vragen, dat de drooglegging zoo groote voordeelen verschaft? Het mag voor een enkel geval raadzaam zijn, maar zoude deze handelwijze zoo algemeen en sterk zijn aan te raden? Zoude door die naauwe buizen werkelijk zooveel water worden ontlast, en is dat water werkelijk overtollig, zoodat het nuttig is, dat het verwijderd worde? Deze vragen willen wij in korte trekken beantwoorden.

De regen, die jaarlijks op den bodem valt, wordt in gewonen bouwgrond slechts voor een klein gedeelte door omlaag zinken en wegvloeijen daaruit verwijderd, en moet grootendeels door verdamping daaruit ontwijken. Die verdamping heeft sterker in den zomer dan in den winter plaats; in ons vaderland vallen gemiddeld jaarlijks 657 Ned. kannen regenwater op elke vierkante Ned. el grond, terwijl de verdamping van elke vierkante el 591 Ned. kannen bedraagt, en deze hoeveelheden zijn als volgt over zomer en winter verdeeld:

	Regen.	*Verdamping.*
September—Februarij	347	140
Maart	36	35
April—Augustus	274	416
Jaarlijks	657	591
Verhouding	100 :	90

Wij zien, dat er in de wintermaanden meer regen valt, dan er water verdampt, en in de zomermaanden omgekeerd meer water verdampt, dan er regen valt. Hierbij moeten wij evenwel aanmerken, dat de verdamping hier voor water, en niet voor vochtigen grond is aangegeven. Wij mogen voor de verhouding tusschen het regenwater en de uitdamping van vochtigen grond bij ons te lande veilig 100 : 80 of 100: 75 stellen, wanneer wij in aanmerking nemen, dat in het zuidelijker gelegen landschap Oranje die verhouding als 100 : 82½ gevonden is. Hoe dit zij, de hoeveelheid regenwater, die door verdamping moet verwijderd worden, blijft altijd zeer groot in vergelijking tot het doorsijpelende water, al nemen wij aan, dat er slechts 75 procent regenwater verdampen, en dus ongeveer 500 kan van de 657 kan, die jaarlijks bij ons nedervallen.

Deze verdamping, die vooral na den winter, onder de koesterende voorjaarszon, krachtig aanvangt, oefent een meestal nadeeligen invloed uit op de snelle ontwikkeling der planten. Bij de verdamping wordt

door het water veel warmte opgeslorpt; wie weet het niet, hoeveel vuur er noodig is, om een ketel met water te laten verkooken, tot dat er niets meer terug is gebleven. En niet minder warmte slorpt de bij lager warmtegraad gevormde waterdamp op. Om één kan water bij eene temperatuur van 25° C. te doen verdampen, heeft men evenveel warmte noodig, als om 6¼ N. kan water van het vriespunt tot het kookpunt te verwarmen. Die warmte, die het van den akker verdampende water opslorpt, wordt aan den grond onttrokken, en vandaar, dat vochtige gronden zoo koud, zoo traag in het dragen van vruchten zijn, dat in het dorre zand de gewassen reeds in volle kracht staan, als zij op de vette klei nog op verre na niet ontwikkeld zijn. Het is, zooals wij zeiden, vooral in het voorjaar, dat zich dit nadeel sterk openbaart, en dat de vochtigheid en koudheid van den akker de veldvruchten bederft of ten minste uitermate achterlijk maakt. In den zomer daarentegen zal het verdampende water een heilzaam matigenden invloed op de brandende hitte uitoefenen.

Wat gebeurt er nu, wanneer de grond drooggelegd of gedraineerd is? De bodem laat meer water door, en dit neemt zelfs met de jaren nog toe, gelijk ons het voorbeeld van een in December 1850 drooggelegden bodem in Frankrijk leeren kan. De verhouding tusschen het gevallen regenwater en het door de buizen ontlaste water was:

In 't voorjaar van 1850	100 : 34
" " " 1853	100 : 59
" den winter en 't voorjaar van 1853 ..	100 : 64

Er vloeit dus aanmerklijk meer water door de buizen af, dan anders uit den grond verwijderd werd, en de verdamping wordt merkelijk geringer. Vooral wordt de verdamping in het voorjaar beperkt, want de buizen houden in den winter zelden op met het water af te voeren, dat anders in den grond zou blijven stilstaan, en de planten later door zijne verdamping benadeelen.

In Engeland, waar, even als bij ons, een zachte winter heerscht, wordt in den winter zeer veel water weggevoerd, in den warmen zomer daarentegen zeer weinig, zoodat dan genoeg water verdampen kan en de brandende hitte matigen. Wij zien in onderstaande opgaven de verhouding tusschen regen- en drainwater, zooals die in Engeland en Duitschland op leemgrond zijn waargenomen in verschillende jaargetijden. De getallen drukken Ned. kannen uit, die op de vierkante Ned. el gevallen en daarvan weggevloeid zijn.

	Engeland.		*Duitschland.*	
	Regen.	*Drainwater.*	*Regen.*	*Drainwater.*
September—Februarij....	377	246	298	125
Maart...............	41	24	35	61
April—Augustus........	260	17	434	212
Jaarlijks...............	678	287	767	398
Verhouding............	100	: 42	100	: 52

Wij zien, dat Engeland voor de verdeeling van den regen over de jaargetijden beter met ons land (zie pag. 359) overeenkomt, dan Duitschland. De strenge winter doet in Duitschland, vooral in Maart, eene overgroote hoeveelheid water, door den dooi vrij geworden, afvloeijen, maar ook de meer regenachtige zomer geeft aan de buizen druk werk. In beide landen echter werkt de drooglegging even voordeelig, het overtollige water wegnemende, en het nuttige water, dat in den zomer de planten verfrischt, in den grond terug latende. De verwarming van den grond, door de drooglegging teweeg gebragt, is dan ook geene losse vooronderstelling; proeven met den thermometer in een Engelschen moerasgrond wezen aan:

	Op 30 *Ned. duim diepte.*	*Op* 18 *Ned. duim diepte.*
Vóór het droogleggen..	7°,8 C.	8°,3 C.
Na 〃 〃	9°,4 à 13°,9. C.	10°,6 à 18°,9. C.

Zoodat wij eene gemiddelde meerdere verwarming van 5° C. mogen aannemen.

Wenschten onze lezers thans, nevens de meerdere verwarming van den grond, tevens eene opgave van de verhouding tusschen verdamping en wegvloeijing van water, zooals wij die in Nederland voor drooggelegden en gewonen grond op den bunder mogen aannemen, zoo zouden wij daarvoor uit de bovengemelde waarnemingen in Engeland de volgende cijfers stellen:

Op drooggelegd land....	jaarlijksche afvoer per bunder	3,000,000 N. kan
	〃 verdamping 〃 〃	3,500,000 〃 〃
Op niet drooggelegd land.	〃 afvoer. 〃 〃	1,500,000 〃 〃
	〃 verdamping 〃 〃	5,000,000 〃 〃

waarbij wij de verdamping op niet drooggelegd land zoo klein mogelijk gesteld hebben, en nogtans een verschil van 1,500,000 kannen behouden. In plaats van dit water komt nu in den bodem de voedende dampkringslucht, die den grond doordringt, het schadelijke zuur daarin wegneemt en leven en kracht aan den plantengroei, ontbinding aan den mest en omzetting aan alle deelen van den bodem mededeelt.

Maar, zullen sommigen onzer lezers misschien aanmerken, zal dat meer-

dere afvloeijende water geene gevaarlijke uitspoeling van den bodem aan nuttige bestanddeelen te weeg brengen, en wanneer in een voorgaand hoofdstuk bedachtzaamheid in alles, zelfs in de keuze van drinkwater voor het vee werd aangeraden, kan de landbouwer dan zulk eene aanhoudende wegvloeijing onbekommerd aanzien?

Deze allezins gewigtige bedenking heeft in verschillende oorden de landbouwers en natuuronderzoekers tot nasporingen omtrent den aard van het afvloeijende drainwater geleid, en zie hier de uitkomsten van dit onderzoek. In 1,000,000 Ned. ponden drainwater heeft men de volgende Ned. ponden aan zouten gevonden:

	Engeland.		*Frankrijk.*	*Duitschland.*			Greppelwater.
Brandbare stof......	12	18	5	25	15	6	63
Salpeterzuur........			42	2	1	2	2
Phosphorzuur.......	1						
Potasch............			3	2	2	2	4
Kalkzouten.........	33	274	143	292	141	96	149
Magnesia, soda enz..		70		101	76	46	41
Te zamen.	50	362	193	422	235	152	259

Vergelijken wij in deze opgave de verschillende drainwaters met het in de laatste kolom aangegeven greppelwater, dan zien wij, dat het drainwater veel armer is aan brandbare stof, zoodat de stikstof en andere vlugtige bestanddeelen van den mest in den bodem grootendeels bewaard blijven. Potasch bevat het drainwater mede weinig, evenmin als phosphorzuur; van de kostbaarder stoffen wordt slechts eenig salpeterzuur aan de planten ontnomen. Daarentegen worden de min kostbare kalk-, magnesia- en sodazouten in groote mate van den bouwgrond weggevoerd. Er heeft dus wel uitspoeling plaats, maar geene zoodanige, die slechts door kostbare middelen te herstellen ware; door eene bewonderenswaardige eigenschap van den bouwgrond worden de nuttigste en kostbaarste stoffen met zooveel kracht daarin terug gehouden, dat zij geene uitspoeling bijna ondergaan. Deze waarheid zal des te meer in het oog vallen, wanneer wij onzen blik rigten op onderstaande opgave, waarin wij de bestanddeelen van eene zekere hoeveelheid van een Duitschen bouwgrond en van drainwater en welwater van dienzelfden bodem hebben opgegeven.

	In 75,000 ℔ *Droogen grond.*	In 1,000,000 ℔ *Drainwater,* 1¼ Ned. el diep.	*Welwater,* 8½ Ned. el diep.
Oplosbaar. Brandbare stof......	1500 ℔	26 ℔	10 ℔
Oplosbaar. Potasch zouten......	210 "	14 "	19 "
Oplosbaar. Koolzure kalk.......	**218** "	**219** "	225 "
Oplosbaar. " magnesia ..	158 "	31 "	47 "
Oplosbaar. Soda zouten........	weinig.	42 "	25 "
Kiezel, aluin, en onoplosbare stoffen..........	Ongeveer 73000 ℔, waarin 10500 ℔ klei, veel potasch, kalk etc.	15 "	34 "
	75,000	347, grootste zoutgehalte, na regen.	360

Wij zien, dat het drainwater en het diepe welwater in zamenstelling zeer naauw overeenkomen, maar dat zij de oplosbare zouten uit den bodem op verre na niet in verhouding van hunne hoeveelheid daarin opnemen. De zavelgrond, dien wij voor ons hebben, bevat ongeveer $\frac{1}{7}$ klei; kalk bevat hij niet in veel grootere hoeveelheid dan potasch, zoodat hij volstrekt niet tot de kalkgronden kan gerekend worden; het is een grond, dien men bij ons tot de ligtere soorten brengen zoude. Het drainwater en welwater van dien bodem zijn daarentegen zeer rijk aan kalk en soda, ook eenigzins aan magnesia, zoodat 1,000,000 ℔ drain- of welwater 75,000 ℔ grond aan kalk geheel zoude uitputten, terwijl zij daarbij slechts weinig van de brandbare stof, de potasch en de magnesia zouden medenemen. Wij vinden hierin eene bevestiging van hetgeen wij in een voorgaand hoofdstuk behandelden, dat de klei den humus krachtig terug houdt, en zien tevens, dat zij deze terughouding ook jegens potasch en magnesia openbaart.

Maar de kalk, hoelang zoude het duren , eer die uit den bodem was uitgespoeld, wanneer wij overigens rekenen, dat de mest de kalkbestanddeelen van den oogst vergoedt, en er dus alleen door het drainwater verlies plaats grijpt? Berekenen wij, dat een bunder land, tot op eene diepte van 1¼ Ned. el, droog ongeveer 25 millioen N. ponden weegt, dan zoude een bunder van voormelden bouwgrond $\frac{25,000,000}{75,000} \times 218 = 73,000$ ℔ kalk bevatten. Jaarlijks loopt er 3 millioen N. pond drainwater af, dat $3 \times 219 = 675$ ℔ kalk bevatten zoude, wanneer onze opgave van het zoutgehalte niet te groot genomen ware; dit is evenwel het geval, want het in het drooge jaargetijde afvloeijende water bevat veel minder zouten, dan het na regen afvloeijende, en wij kunnen veilig het kalkgehalte van het jaarlijk-

sche drainwater op de helft, dus 338½ ℔ stellen. Zoo vinden wij dan, dat er 222 jaren zouden verloopen, voordat de niet eens zoo kalkrijke grond aan kalk uitgeput ware. Tegen dien tijd zoude er zooveel van de onoplosbare potasch- en kalkverbindingen verweerd en opgelost zijn, dat daardoor het verlies weder ruimschoots vergoed kon worden, en in het ergste geval zou de drooglegging alle tien of twintig jaren eenige karren kalk of leem op het bouwland wenschelijk maken. Dit zoude kunnen gebeuren, wanneer een zandgrond wegens ijzerbanken drooggelegd werd, terwijl daarentegen onze rijke kleigronden nimmer eenige uitputting van dien aard zouden te vreezen hebben. Onze lezers kunnen zich dus hieromtrent volkomen gerust stellen, en zelfs de zaak omkeeren, daar het gewone greppelwater, dat veel plantaardige stof, potasch en andere stoffen medevoert, veel grooter schade en dadelijk verlies van den aangebragten mest veroorzaakt. En dit is nog niet alles; de open greppen verrigten niets van hetgeen door de drooglegging tot stand wordt gebragt; zij kunnen den bovengrond wel van water ontlasten, maar zijn niet bij magte, het water op één voet diepte onder den bouwgrond te doen wegloopen, wanneer het daar op harde lagen stuit of met kracht wordt terug gehouden. Zij doen niets, dan eene zeer oppervlakkige droogmaking tot stand brengen, waarbij de mest deerlijk wordt uitgespoeld en de slechtgewortelde planten gevaar loopen van omver gerukt te worden. De grond blijft er bijna even koud en achterlijk door, als wanneer hij van greppels ontbloot ware.

Het voordeel van het droogleggen meenen wij dus in bovenstaande beschouwingen genoegzaam aangetoond te hebben, en de duizende bunders grond, die in de naburige landen drooggelegd zijn, hebben middelbaar jaarlijks 20 pCt. van het aan het droogleggen besteede kapitaal door grooter productie vergoed. In de eerste jaren is de vermeerdering der productie vaak nog veel sterker geweest, daar alsdan de voor jaren aangebragte, niet tot werkzaamheid gekomen mest, zijne nawerking krachtig deed gevoelen; maar ook in volgende tijden beloont de opbrengst steeds de kosten der bewerking, daar op een goed drooggelegden bodem alle bemestingen en bewerkingen ruimschoots vergoed worden, en een diepe bodem steeds ruim voedsel aan de planten blijft aanbieden. Een schoon voorbeeld van drooglegging is in den laatsten tijd in het land van Hulst gegeven, waar de opbrengst terstond 43 pCt. van het uitgeschoten kapitaal vergoed heeft; zulke voorbeelden zullen onze Nederlandsche landbouwers gewis tot navolging opwekken.

Ons bestek en de aard van dit geschrift veroorlooft ons niet, over de bijzonderheden en kosten der bewerking, over den aankoop van buizen en hare vervaardiging, over de wijdte der buizen en hare mogelijke verstopping door aarde of wortels, over het wenschelijke of niet wenschelijke van kragen in verdere bijzonderheden te treden, welke de landbouwer in de grootere over dit onderwerp bestaande werken vinden kan. Wij vergenoegen ons hier, den algemeenen raad te geven, de rijen van buizen niet langer dan 200 Ned. el, en de buizen zelve niet wijder dan 3 à 4 Ned. duim te nemen, en liever door aanstampen of beaarden van de onderlaag der buizen haren stand te bevestigen, dan de breekbare kragen te verkiezen. De beste inrigting is voorzeker de onlangs in toepassing gebragte, waarbij de buizen door eene geringe verbreeding van de eene en versmalling aan de andere zijde in elkander passen; eenigzins op dezelfde wijze, als ons de fransche monniken voor twee eeuwen zijn voorgegaan (zie bl. 352, fig. 48).

Wij hebben reeds boven op het nut van diepe droogbuizen gewezen, en kunnen hier den wensch niët onderdrukken, dat in zulke polders, waar men den waterstand in zijne magt heeft, het waterpeil zoo laag worde gemaakt, dat voor diepe, deugdzame drooglegging gelegenheid voorhanden zij. Eene diepte van 1¼ à 1½ Ned. ellen is, waar zulks mogelijk is, voor de buizen de verkieslijkste, en een afstand van 10 à 12 ellen daarbij in 't algemeen voldoende; maar ook eene drooglegging op ¾ à 1 Ned. el diepte zal nog ruimschoots de kosten vergoeden en den bodem verbeteren. Men legge de verzamelbuizen en hare uitmondingen dan zoo laag mogelijk, iets boven den middelbaren waterstand der slooten; wanneer bij hoogen waterstand de uitmondingen dan ook al onder water komen, houdt de ontwatering van den bodem daarom toch niet op.

Waar met omzigtigheid en verstand naar de beste middelen en personen wordt omgezien, om de bewerking te verrigten, daar zal voor *f* 60 à *f* 100 per bunder eene deugdelijke drooglegging kunnen bereikt worden. Beter dan een enkel landbouwer hiertoe in staat is, zal het werk door eene maatschappij verrigt worden, gelijk er in Engeland zoo vele bestaan, die het werk voor de landbouwers verrigten, en het zoude zeer doelmatig zijn, dat zij dan tevens voor de instandhouding van het werk aansprakelijk bleef. Want na vele jaren kan, door het indringen van plantenwortels of door verzanding, hier of daar eene buis verstopt raken, maar de hiertoe in het veld aangebragte kijkgaten zullen de plaats van het euvel spoedig aanwijzen, en eene geringe herstelling zal het werk weder in den gewenschten

staat brengen. Onze lezers mogen verder aan den Franschen kloostertuin denken, en zich overtuigen, dat eene weluitgevoerde drooglegging na twee honderd jaren nog in goeden staat teruggevonden kan worden. Maar genoeg, wij wenden ons thans tot het tweede gedeelte van ons hoofdstuk, tot het

Bevloeijen.

Zagen wij, dat de drooglegging eene heilzame vermindering van het stilstaande water bewerkt, en de planten daarentegen veroorlooft, uit den altijd vochtigen ondergrond, ook bij droogte, door haar dieper wortels vocht te putten, zoo vinden wij in het bevloeijen een middel, om aan de droogte in den zomer te gemoet te komen en den grond tevens met vele stoffen te verrijken. Wie kent niet onze heerlijke uiterwaarden, met hare prachtige hooilanden? welke wonderen kan daar het met slib bezwangerde water niet verrigten? Maar welke schade kan het daar ook niet veroorzaken, wanneer het water op een ongelegen tijd, kort vóór den hooitijd, opkomt, en de planten met eene korst van slib overdekt? Daarom vinden vele landbouwers in het buitenland in het minder vette water eener beek, vaak een zekerder middel, dat zij geheel in hunne magt hebben, om naar verkiezing over hunne landen te laten vloeijen, terwijl zij vaak door een kunstig zamenstel van greppen het water over hun geheele veld gelijkmatig verdeelen. Deze bewerking is het, die men *bevloeijen* heet, en wij willen kortelijk nagaan, op welke verschillende wijzen die tot stand wordt gebragt.

Twee onderscheiden handelwijzen bij het bevloeijen dienen wij scherp te onderscheiden; — vooreerst kan men den laag en vlak liggenden grond door aanvoer van het water eener beek of rivier geheel onder water zetten en een tijd lang aldus laten verblijven, waarbij niets anders noodig is, dan aan drie kanten van den grond, dijken tot terughouding van het water aan te leggen. Hierbij zet het water door verdamping en bezinking vele voedende stoffen af, en deze handelwijze is dus als eene eigenlijke bemesting van den grond aan te zien, waarbij men het oogenblik kiest, waarop het water zijne grootste hoeveelheid slib bevat. Het is de bevloeijing onzer uiterwaarden, waarbij evenwel toevoer en afvoer in de magt van den eigenaar zijn en daardoor eene zekerder jaarlijksche opbrengst verschaft wordt. Deze bewerking wordt op wei- of hooiland het best tusschen het najaar en voorjaar ondernomen, maar

nooit, wanneer het hooi reeds eenige ontwikkeling verkregen heeft.

Zoodanige bevloeijing ter bemesting in het wintergetijde is in Engeland zeer gebruikelijk, waar de landen jaarlijks ten minste 11,000 ℔, soms zelfs tien of honderd maal meer slib en zouten op den bunder ontvangen. Het is aan de monden der rivieren, dat deze handelwijze, "warping" geheeten, in zwang is. Op die plaatsen is de rivier reeds zeer merkbaar aan den invloed van eb en vloed onderhevig; de landerijen, door stevige dijken van de rivier gescheiden, zijn meestal in bedijkte stukken van vier à vijf bunders verdeeld, terwijl elke afdeeling twee sluizen heeft. De eene sluis, die voor de invloeijing van het rivierwater dient, opent hare deuren naar binnen, terwijl de andere sluis, die het water moet laten afvloeijen, hare deuren naar buiten opent. Zoodra de vloed komt, drukt het water de voor de invloeijing dienende sluisdeuren open, terwijl de uitvloeijingsdeuren door die zelfde drukking toegehouden worden. Zoo loopt het land dan vol water, tot dat de eb komt. Nu wordt, door den hoogeren waterstand in het land, de invloeijingssluis digt gedrukt, en de uitvloeijingssluis opengestuwd, zoodat het water weder in de rivier terugvloeit. De aldus gevloeide landen, die in één jaar soms eene laag van 15 à 40 N. duim slib kunnen bekomen, kunnen als bouwland vaak twaalf jaren achtereen zonder mest gebouwd worden, en zijn als grasland niet minder voortreffelijk, daar zij meer opbrengen dan onze beste uiterwaarden.

Eene andere wijze van bevloeijing behoort daarentegen meer in het zomergetijde te huis; namelijk die, waarbij het water in langzame strooming als eene dunne laag over het land geleid wordt, om het gras te bevochtigen, — of wel, wanneer het alleen in kleine riolen langs den bodem wordt heengevoerd, om langzamerhand in den bodem in te dringen en de plantenwortels aldus te drenken. Deze handelwijzen dienen meer tot bevochtiging, dan tot bemesting van het land; bij hare uitvoering moet een meer of minder kunstig zamenstel van greppels en slooten aangelegd worden, waarvan wij een paar voorbeelden in afbeelding willen geven.

Wanneer het land eene aanmerkelijke helling heeft, minstens van 3 el op de 100, dan kan men een bevloeijings-stelsel aannemen, zooals in fig. 64 is afgebeeld.

Het water wordt door den stroom, achter op de teekening, aangevoerd, en in een langen greppel overgestort, die toevoergreppel heet, waaruit het in kleiner dwarsche greppels wordt overgebragt, en, over het land heenvloeijende, in een tweeden lageren toe-

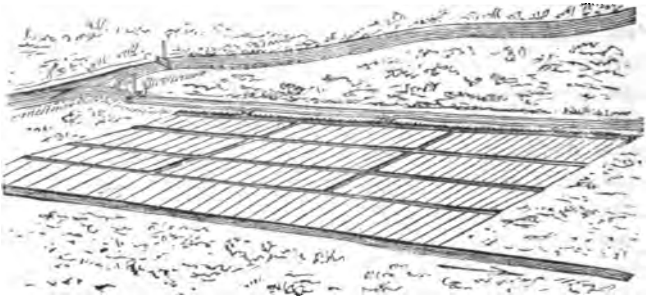


Fig. 64.

voer greppel afstroomt en zoo in den derden, en eindelijk in de afvoersloot, vóór op de teekening, overgaat. De afstand tusschen de toevoergreppels is hierbij 20 Ned. el, en die tusschen de dwarsche greppels 5,5 Ned. el genomen. Hierbij is geene verdere omwerking noodig; alleen moet de bovenste toevoersloot met een dijkje voorzien worden, om het water naar willekeur in te laten of buiten te sluiten.

Wil men daarentegen een weinig hellend land bevloeijen, dan wordt het noodzakelijk, daarop ruggen aan te leggen, gelijk ons fig. 65 aanwijst. Achter op de teekening is eene toevoersloot, die

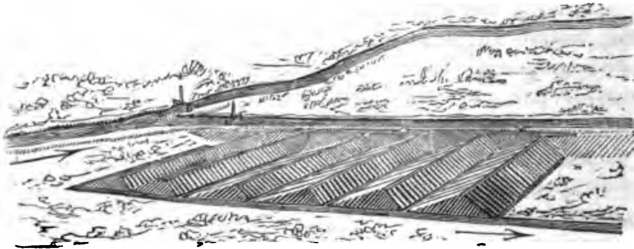


Fig. 65.

het water in de greppels boven op de ruggen overstort; zijn deze greppels met water gevuld, dan vloeit langs de helling der ruggen het water over den bodem heen omlaag, en wordt in de laagte tusschen de ruggen wederom in greppels opgevangen, die het naar eene afvoersloot heen leiden. Heeft men veel water ter zijner beschikking, dan maakt men de ruggen smaller dan tien Ned. ellen, maar, zoo men weinig water beschikbaar heeft, dan is het voordeeliger ze breeder te nemen, b. v. vijf en twintig Ned. ellen, want

dan zal de helling geringer en de afvloeijing van water langzamer worden. Zulke ruggen worden met den ploeg aangelegd, waardoor veel arbeid bespaard wordt, en de kosten aan greppels, ruggen en duikers per bunder gemiddeld op *f* 100 zouden kunnen gerekend worden. Ziedaar een paar voorbeelden, die ons de voornaamste wijzen van bevloeijing aantoonen, waarbij evenwel allerlei wijzigingen naar den aard van den grond kunnen worden aangebragt. Wij willen, in stede van al die verschillende gevallen na te gaan, liever nog het een en ander over de toepassing der bevloeijing tot bemesting en tot verfrissching mededeelen.

De bevloeijing van het land door geheele overstrooming met slibhoudend rivier- of beekwater kan voor alle gras- en hooilanden en ook voor vele bouwlanden in alle gewesten als eene bron van welvaart en krachtige bemesting worden aangezien. En wanneer wij het aanzien, hoe klein gedeelte van ons vaderland de vruchtbaarmakende kracht van ons rivierwater en slib ondervindt, dan zouden wij wel mogen wenschen, dat de groote ontwerpen om eenige onzer rivieren, zoo als de Vecht in Overijssel, de Maas in Noord-Braband, de Linge in de Betuwe enz. tot het vloeijen van landerijen dienstbaar te maken, de aandacht van besturen en deskundigen tot zich trokken. Ook de Engelsche wijze van bevloeijing zoude aan onze riviermonden welligt uitstekende gevolgen opleveren, en velen van onze lagere gronden zouden door zoodanige bemesting de heerlijkste vruchten opleveren. Over het algemeen moge men in ons vaderland de bevloeijing meer voor bemesting dan voor bevochtiging dienstig aanzien, omdat wij niet zoo dikwijls zooveel droogte in den zomer hebben, dat er, zoo als in warmere landen, langen tijd gebrek aan water is.

Niettemin kan de bevloeijing ter verfrissching, in den zomer, vooral op onze hooge zandgronden, van uitstekend nut zijn; wanneer men daar eene slibvoerende beek in de nabijheid heeft, kan men haar 's winters ter bemesting bezigen, en 's zomers, wanneer het water minder slibhoudend is, den droogen grond daarmede verkwikken. Een met beekwater gevloeid hoog weiland kan eene hooiopbrengst geven van 4 à 5000 Ned. pond jaarlijks per bunder, wanneer het daartoe gebezigde water niet ijzerhoudend of zuur, maar gezond en voedend is. Kortom, het bevloeijen levert op verschillende wijzen en voor verschillende doeleinden meestal zeer goede uitkomsten, en zal de kosten van den aanleg in den regel ruimschoots vergoeden. Met vijf à vijftien duizend kubieke ellen water kan men jaarlijks een bunder hooiland op de eene of andere wijze regt vrucht-

baar maken. Maar niet minder dan op de natuur van het water geve men acht óp den aard van den grond. Een land met ondoordringbaren ondergrond, een vaste kleigrond of met banken voorziene zandgrond zal vaak van het bevloeijen meer nadeel dan voordeel ondervinden; wanneer het water in den ondergrond blijft staan, dan vertoonen zich alle rampzalige gevolgen, die wij in den aanvang van dit hoofdstuk beschreven hebben. Daarom zoude men het bevloeijen zeer goed op drooggelegd land kunnen toepassen, en zoude het eene zeer bevredigende uitkomst geven, wanneer eenige landbouwers het door ons in den aanvang aangehaalde voorbeeld letterlijk navolgden, en even als de hovenier den grond drooglegden en bevloeiden tevens. De drooglegging voor de doorlatendheid en warmte van den grond in het voorjaar, de bevloeijing voor bemesting in den winter of voor verfrissching in den zomer zouden met elkander zeer goed te verbinden zijn, wanneer bijzondere omstandigheden, van het verval van water afhangende, daartoe gunstig waren. Maar nog eene andere nuttige toepassing kunnen wij onzen lezers aanprijzen, die in Frankrijk herhaaldelijk in praktijk is gebragt, om namelijk het water, dat uit de droogpijpen van het bouwland uitvloeit, tot bevloeijing van lager liggend weiland te bezigen. Door deze handelwijze, die op zachte glooijingen in vele streken van ons vaderland zoude te volbrengen zijn, zoude men zich de van het drooggelegde land wegvloeijende water- en zoutmassa op eene uitstekende wijze ten nutte maken. Men kon die watermassa in eene kom opvangen, om ze dan op den bestemden tijd over het weiland te doen uitvloeijen.

Is er dan van droogleggen en bevloeijen zoo onberekenbaar veel vooruitgang in den landbouw te verwachten, dan mogen wij met den wensch eindigen, dat de thans in ons vaderland reeds tot stand gebragte drooglegingen en bevloeijingen vele navolgers mogen vinden, en dat daartoe de landbouwers de handen in een slaan, om, wat voor één persoon met vele moeiten en bezwaren verbonden is, door zamenwerking elkander gemakkelijk te maken, en te gedenken aan de oude vaderlandsche spreuk *eendragt maakt magt.*

W. A. J. van Geuns.

YC 59205



